

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-093321

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl.

H01J 9/227  
 B05D 1/26  
 B05D 7/00  
 B05D 7/24  
 B41M 5/00  
 C09D 11/00  
 C09K 11/02  
 C09K 11/08  
 H01J 11/02

(21)Application number : 2001-184139

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 08.07.1999

(72)Inventor : KAWAMURA HIROYUKI  
 SUZUKI SHIGEO  
 AOKI MASAKI  
 MIYASHITA KANAKO  
 SUMITA KEISUKE  
 KIRIHARA NOBUYUKI

(30)Priority

Priority number : 10192541 Priority date : 08.07.1998 Priority country : JP

10255002 09.09.1998

10287643 09.10.1998 JP

10287645 09.10.1998

11017855 27.01.1999 JP

11088717 30.03.1999

JP

JP

JP

JP

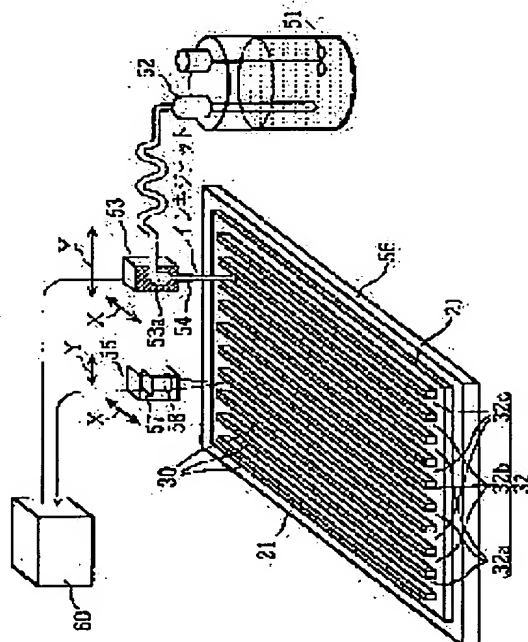
JP

## (54) MANUFACTURING METHOD OF PLASMA DISPLAY PANEL, AND FLUORESCENT INK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method of a PDP enabled to continuously apply the fluorescent ink during long time, and to form an uniform fluorescent layer with good accuracy with ease even when a cell structure is fine, and to provide a fluorescent ink, and a coating device of the ink suitable for the above.

SOLUTION: When scanning a nozzle head 53 in X-direction while applying a fluorescent ink, the position of the nozzle head 53 in Y-direction is also controlled in order to make a nozzle 54 follow the scanning line. A mixture of the powder of fluorescent material having an oxide on the surface, which is positively or negatively chargeable in its nature, with average grain diameter of 0.5-5  $\mu\text{m}$ , a mixed solvent, and a binder composed of ethylcellulose with the ethoxy group content of 49% or more in the cellulose molecule, or ethylene oxide group polymer to which, dispersant is added, is used as a fluorescent ink.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-93321

(P2002-93321A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 J 9/227		H 0 1 J 9/227	E 2 H 0 8 6
B 0 5 D 1/26		B 0 5 D 1/26	Z 4 D 0 7 5
7/00		7/00	N 4 H 0 0 1
7/24	3 0 1	7/24	3 0 1 M 4 J 0 3 9
	3 0 3		3 0 3 Z 5 C 0 2 8
審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 35 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-184139(P2001-184139)  
 (62) 分割の表示 特願平11-195135の分割  
 (22) 出願日 平成11年7月8日(1999.7.8)

(31) 優先権主張番号 特願平10-192541  
 (32) 優先日 平成10年7月8日(1998.7.8)  
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-255002  
 (32) 優先日 平成10年9月9日(1998.9.9)  
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-287643  
 (32) 優先日 平成10年10月9日(1998.10.9)  
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 河村 浩幸  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

(72) 発明者 鈴木 茂夫  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

(74) 代理人 100090446  
 弁理士 中島 司朗

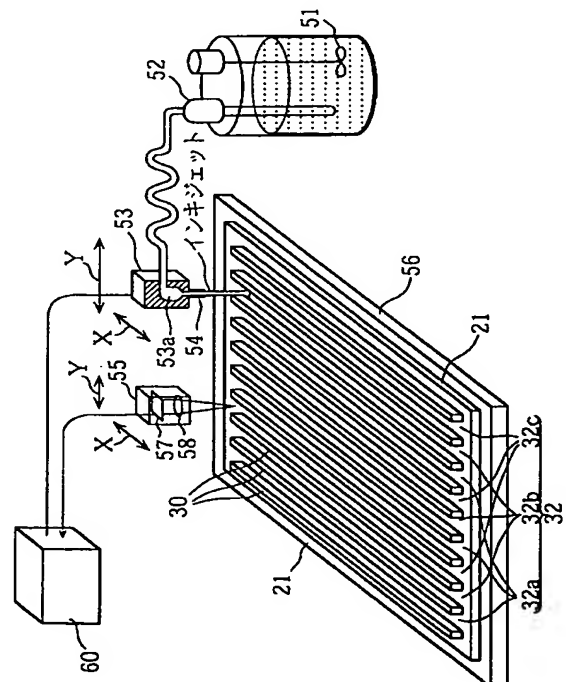
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマディスプレイパネルの製造方法及び蛍光体インキ

## (57) 【要約】

【課題】 長時間にわたって連続して蛍光体インキを塗布することが可能であって、微細なセル構造の場合でも容易に精度良く均一的に蛍光体層を形成することができる PDP の製造方法、並びにそれに適したインキ塗布装置及び蛍光体インキを提供する。

【解決手段】 ノズルヘッド 53 から蛍光体インキを吐出しながら X 方向に走査するときに、ノズル 54 が走査ラインに沿うよう、ノズルヘッド 53 の Y 方向の位置も調整しながら走査する。蛍光体インキとしては、正または負に帯電する性質を有する酸化物が表面に配された、平均粒径が 0.5 ~ 5 μm の蛍光体粉末、混合溶剤、セルロース分子内のエトキシ基含有量が 49 % 以上のエチルセルロース、或はエチレンオキサイド系ポリマーからなるバインダーに、更に分散剤を添加したものをを用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 隔壁がストライプ状に配設された第1プレートに対して、蛍光体インキを隔壁と隔壁との間の溝に塗布する蛍光体インキ塗布ステップと、  
前記第1プレートの隔壁を配設した側に第2プレートを重ねて封着すると共にガス媒体を封入する封着ステップとからなり、

蛍光体インキ塗布ステップでは、

正または負に帯電する性質を有する酸化物が表面に配された蛍光体粒子を含む蛍光体インキをノズルから連続流となるよう吐出させながら、隔壁と隔壁との間の溝に沿って当該ノズルを相対的に走査することによって塗布することを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項2】 前記蛍光体層形成ステップで用いる蛍光体インキは、  
蛍光体粒子とバインダーと溶媒と除電物質との混合物を分散器で分散することによって製造されたものであって、

25℃においてせん断速度が $100\text{ sec}^{-1}$ における粘度が $10\sim 1000$ センチポイズであることを特徴とする請求項1記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項3】 プラズマディスプレイパネルの蛍光体層を形成するのに用いられ、隔壁がストライプ状に配設されたプレートの隔壁に沿って走査するノズルから吐出させる蛍光体インキであって、  
正に帯電する性質を有する酸化物が表面に配された蛍光体粒子と、バインダーと、溶媒とが混合されてなることを特徴とする蛍光体インキ。

【請求項4】 プラズマディスプレイパネルの蛍光体層を形成するのに用いられ、隔壁がストライプ状に配設されたプレートの隔壁に沿って走査するノズルから吐出させる蛍光体インキであって、  
負に帯電する性質を有する酸化物が表面に配された蛍光体粒子と、バインダーと、溶媒とが混合されてなることを特徴とする蛍光体インキ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラズマディスプレイパネルの製造方法に関し、特に蛍光体層を形成するのに用いる蛍光体インキや蛍光体塗布装置の改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ハイビジョンをはじめとする高品位で大画面のテレビに対する期待が高まっている中で、CRT、液晶ディスプレイ(LCD)、プラズマディスプレイパネル(Plasma Display Panel、以下PDPと記載する)といった各ディスプレイの分野において、これに適したディスプレイの開発が進められている。

【0003】従来からテレビのディスプレイとして広く用いられているCRTは、解像度・画質の点で優れているが、画面の大きさに伴って奥行き及び重量が大きくなる点で40インチ以上の大画面には不向きである。また、LCDは、消費電力が少なく、駆動電圧も低いという優れた性能を有しているが、大画面を作製するのに技術上の困難さがある。

【0004】これに対して、PDPは、小さい奥行きで大画面を実現することが可能であって、既に50インチクラスの製品も開発されている。PDPは、駆動方式によって直流型(DC型)と交流型(AC型)とに大別されるが、現在は、微細なセル構造のパネルを形成するのに適しているAC型が主流となっている。

【0005】AC型として代表的な交流面放電型PDPは、一般的に、表示電極を配したフロントカバープレートとアドレス電極を配したバックプレートとが、両電極はマトリックスを組むように、間隙をおいて平行に配され、両プレート間の間隙は、ストライプ状の隔壁で仕切られている。そして、隔壁と隔壁との間の溝には、赤、緑、青の蛍光体層が形成されると共に放電ガスが封入されて構成されており、駆動回路で各電極に電圧を印加することによって放電すると、紫外線が放出され、蛍光体層の蛍光体粒子(赤、緑、青)がこの紫外線を受けて励起発光することによって画像表示されるようになっている。

【0006】このようなPDPは、通常、バックプレート側に隔壁を配設し、隔壁間の溝に蛍光体層を形成し、その上にフロントカバープレートを重ねて放電ガスを封入することによって製造される。ところで、隔壁間の溝に蛍光体層を形成する方法としては、特開平6-5205号公報に開示されているように、蛍光体ペーストを隔壁間の溝に充填して焼成する方法(スクリーン印刷法)が多く用いられてきたが、精細なセル構造のPDPに対しては、スクリーン印刷法を適用することは難しい。

【0007】例えば、フルスペックのハイビジョンテレビの画素レベルでは、画素数が $1920\times 1125$ となり、42インチクラスでの隔壁のピッチ(セルピッチ)は $0.1\sim 0.15\text{ mm}$ 程度と細くなり、隔壁間の溝幅は、 $0.08\sim 0.1\text{ mm}$ 程度と非常に狭くなってしまいが、スクリーン印刷で用いる蛍光体インキは粘度が高いので(通常、数万センチポイズ)、このような狭い隔壁間に精度良く高速に蛍光体インキを流し込むことは困難である。また、このような精細な構造のPDPに合わせてスクリーン板を作成することも困難である。

【0008】また、蛍光体層の形成方法として、スクリーン印刷法以外にも、フォトレジストフィルム法やインキジェット法が開発されている。フォトレジストフィルム法は、特開平6-273925号公報に開示されているように、各色蛍光体を含む紫外線感光性樹脂のフィルムを、隔壁と隔壁の間に埋め込み、該当する色の蛍光体

層を形成しようとする部分だけに露光現像を施し、露光しない部分を洗い流す方法であって、この方法によれば、セルピッチが小さい場合にも、ある程度精度良く隔壁間にフィルムを埋め込むことが可能である。

【0009】しかし、3色各色について、フィルムの埋め込み、露光現像及び洗い流しを順次行う必要があるため、製造工程が複雑であると共に混色が生じやすいという問題があり、更に、蛍光体は比較的高価であり且つ洗い流された蛍光体を回収することも困難なためコスト高になるという問題がある。一方、インキジェット法は、特開昭53-79371号公報や特開平8-162019号公報に開示されているように、蛍光体と有機バインダーからなるインキ液を加圧してノズルから噴射させながら走査することにより、所望のパターンで蛍光体インキを絶縁基板上に付着させる方法である。インキジェット法では、エチルセルロース、アクリル樹脂、或はポリビニルアルコール等を有機バインダーとし、ターピネオールやブチルカルビトールアセテートなどが溶剤とし、ペイントシェーカーのような分散器を用いて、有機バインダーと溶剤との混合物に蛍光体を分散させることによって製造された蛍光体インキが一般的に用いられている。

【0010】このようなインキジェット法によれば、狭い隔壁間の溝にも精度良くインキを塗布することが可能であるが、噴射されたインキが液滴となって間欠的に付着するので、ストライプ状に配設されている隔壁間の溝に沿って円滑に塗布することは難しい。この点について、本発明者等が先に出願した特願平8-245853号あるいは特願平9-253749号に開示されているように、粘度の低い流動性のよい蛍光体インキを加圧してノズルから連続的に噴射しながら走査すれば、円滑に塗布することが可能である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方法で蛍光体インキを塗布した場合でも、出来上がったPDPを駆動した時に、隔壁に沿って筋状のむらが発生したり、アドレス電極の切れ目に沿って筋状のむらが発生しやすく、特に白色表示をしたときに筋状のむらが目立つという問題がある。このような筋状のむらが発生する理由は、各溝に形成される蛍光体層に若干のばらつきあるいは混色が生じるためと考えられる。そして、ばらつきを生じさせる要因として、次のようなものが挙げられる。

【0012】(1) 蛍光体インキを塗布する際に、蛍光体インキに電荷(チャージ)が発生すると共に、作業環境や作業条件によって発生する電荷量も左右されやすいため、蛍光体インキの付着量が場所毎に変化しやすい。

(2) RGBの3色の蛍光体インキを、1色づつ順に塗布していく場合、2色目、3色目の蛍光体インキを塗布する時には、前に塗布した蛍光体インキが隣接する溝に

塗布されており、その隣接する蛍光体インキによるレオロジ的な影響を受けるため、塗布される蛍光体インキの付着状態が一定になりにくい。

【0013】なお、一色を塗布するごとに十分乾燥させてから次の色を塗布するようにすれば、このレオロジ的な影響をなくすることはできるが、その場合、乾燥工程が多くなるので、そのための設備が必要な上、生産工程も繁雑となってしまう。

(3) 蛍光体インキを隔壁間の溝に塗布する際に、均一的に塗布するには、ノズルが常に隔壁間の溝の中央部に位置するように走査するのが望ましいが、ノズルをまっすぐに走査したとしても、隔壁間の溝の幅がばらついたり溝が彎曲していたりすると、ノズルが溝の中央部からずれてしまう箇所が生じるため、なかなか均一的に塗布することができない。特に精細なセル構造の場合は問題になりやすい。

【0014】(4) 流動性のよい蛍光体インキを微細なノズルから噴射させると、ノズルからの吐出をオン・オフする際に、吐出量に変化したり噴出されるジェットの方角が変化するため、蛍光体インキが隔壁内に精度よく充填されにくい。更に別の問題として、一般的に、隔壁間の溝に塗布された蛍光体インキは、隔壁側部には付着しにくく、溝の底に多く付着する傾向があるので、隔壁側部と溝底部にバランスよく蛍光体層を形成するのが難しい。そして、蛍光体層の隔壁側部と溝底部とのバランスがよくなると、高いパネル輝度を得にくいという問題がある。

【0015】また、インキジェット法で使用するノズル径は、隔壁間隔に合わせて狭く設定する必要があるもので、ノズルに目づまりが起こりやすく、長時間連続して蛍光体を塗布することが困難という問題もある。特に、隔壁ピッチが0.15mm以下の高精細なPDPを製造する場合、ノズル径をこれよりかなり小さく設定する必要があるため、目づまりの問題が生じやすい。

【0016】本発明は、このような課題に鑑み、長時間にわたって連続して蛍光体インキを塗布することが可能であって、微細なセル構造の場合でも容易に精度良く均一的に蛍光体層を形成することができるPDPの製造方法、並びにそれに適したインキ塗布装置及び蛍光体インキを提供し、これによって、PDPを高画質で筋むらが発生しにくくし、且つ高輝度で画像表示することができるようになることを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】そのため、本発明では、PDPの蛍光体インキを塗布する工程において、正または負に帯電する性質を有する酸化物が表面に配された蛍光体粒子を含む蛍光体インキをノズルから連続流となるよう吐出させながら、隔壁と隔壁との間の溝に沿ってノズルを相対的に走査することによって塗布することとした。

【0018】

【発明の実施の形態】 【実施の形態1】

【PDPの全体構成及び製法について】図1は、実施の形態に係る交流面放電型PDPを示す斜視図であり、図2は、このPDPに回路ブロックを実装した表示装置の構成図である。

【0019】このPDPは、前面ガラス基板11上に放電電極12（走査電極12a、維持電極12b）、誘電体層13、保護層14が配されてなる前面パネル10と、背面ガラス基板21上にアドレス電極22、誘電体層23が配された背面パネル20とが、電極12a、12bとアドレス電極22とを対向させた状態で間隔をおいて互いに平行に配されて構成されている。そして、前面パネル10と背面パネル20との間隙は、ストライプ状の隔壁30で仕切られることによって放電空間40が形成され、当該放電空間40内には放電ガスが封入されている。

【0020】また、この放電空間40内において、背面パネル20側には、蛍光体層31が配設されている。この蛍光体層31は、赤、緑、青の順で繰返し並べられている。放電電極12及びアドレス電極22は、共にストライプ状であって、放電電極12は隔壁30と直交する方向に、アドレス電極22は隔壁30と平行に配されている。

【0021】なお、図2に示すように、各放電電極12は、パネルの端から端まで連続して横切っているが、各アドレス電極22は、パネルの中央部で分割されデュアルスキャン方式で駆動できるようになっている。放電電極12、アドレス電極22は、銀、金、銅、クロム、ニッケル、白金等の金属単独で形成してもよいが、放電電極12については、ITO、SnO<sub>2</sub>、ZnO等の導電性金属酸化物からなる幅広の透明電極の上に幅細の銀電極を積層させた組み合わせ電極を用いることが、セル内の放電面積を広く確保する上で好ましい。

【0022】そして、放電電極12とアドレス電極22が交差するところに、赤、緑、青の各色を発光するセルが形成されたパネル構成となっている。誘電体層13は、前面ガラス基板11の放電電極12が配された表面全体を覆って配設された誘電物質からなる層であって、一般的に、鉛系低融点ガラスが用いられているが、ビスマス系低融点ガラス、或は鉛系低融点ガラスとビスマス系低融点ガラスの積層物で形成しても良い。

【0023】保護層14は、酸化マグネシウム(MgO)からなる薄層であって、誘電体層13の表面全体を覆っている。誘電体層23は、可視光反射層としての働きも兼ねるように、TiO<sub>2</sub>粒子が混合されている。隔壁30は、ガラス材料からなり、背面パネル20の誘電体層23の表面上に突設されている。

【0024】(PDPの作製方法)このPDPを作製する方法について、以下に説明する。

前面パネルの作製：前面パネルは、前面ガラス基板11上に放電電極12を形成し、その上を鉛系の誘電体層13で覆い、更に誘電体層13の表面に保護層14を形成することによって作製する。放電電極12は銀からなる電極であって、電極用の銀ペーストをスクリーン印刷法で塗布し焼成することによって形成する。なお、この放電電極12は、インキジェット方式やフォトリソグラフィ方式で形成することもできる。

【0025】誘電体層13は、例えば、70重量%の酸化鉛[PbO]、15重量%の酸化硼素[B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]、10重量%の酸化珪素[SiO<sub>2</sub>]及び5重量%の酸化アルミニウムと有機バインダー[α-ターピネオールに10%のエチルセルロースを溶解したもの]とを混合してなる組成物を、スクリーン印刷法で塗布した後、520℃で20分間焼成することによって膜厚約20μmに形成する。

【0026】保護層14は、酸化マグネシウム(MgO)からなるものであって、一般的にはスパッタリング法によって形成するが、ここではCVD法で1.0μmの膜厚に形成する。CVD法による酸化マグネシウム保護層の形成は、CVDの装置内に前面ガラス基板をセットし、これにソースとしてのマグネシウム化合物及び酸素を送り込んで反応させることによって行う。ここで用いるソースの具体例としては、アセチルアセトンマグネシウム[Mg(C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、シクロペンタジエニルマグネシウム[Mg(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]を挙げることができる。

【0027】背面パネルの作製：背面ガラス基板21上に、放電電極12と同様にスクリーン印刷法を用いて、アドレス電極22を形成する。次に、TiO<sub>2</sub>粒子が混合されたガラス材料をスクリーン印刷法を用いて塗布し焼成することによって誘電体層23を形成する。

【0028】次に、スクリーン印刷法でガラス材料を繰返し塗布した後、焼成することによって隔壁30を形成する。そして、隔壁30の間の溝に蛍光体層31を形成する。この蛍光体層31の形成方法については後で詳述するが、ノズルから蛍光体インキを連続的に噴射しながら溝に沿って走査する方法で蛍光体インキを塗布し、塗布後に、蛍光体インキに含まれている溶剤やバインダーを除去するため焼成することによって形成する。

【0029】なお、蛍光体インキが乾燥するときに隔壁の側面にも蛍光体が多く付着するようにするため、隔壁30の材料を選択する際に、蛍光体インキの隔壁30の側面に対する接触角が、溝の底面に対する接触角よりも小さくなるようなものを選択するのが好ましい。また、本実施形態では、40インチクラスのVGAやハイビジョンテレビに合わせて、隔壁の高さは0.1~0.15mm、隔壁のピッチは0.15~0.36mmとする。

【0030】パネル貼り合わせによるPDPの作製：次に、このように作製した前面パネルと背面パネルとを封

着用ガラスを用いて貼り合せると共に、隔壁30で仕切られた放電空間40内を高真空（例えば $8 \times 10^{-7}$  Torr）に排気した後、放電ガス（例えばHe-Xe系、Ne-Xe系の不活性ガス）を所定の圧力で封入することによってPDPを作製する。

【0031】なお、本実施形態では、放電ガスにおけるXeの含有量を5体積%以上とし、封入圧力は500～800 Torrの範囲に設定する。PDPを駆動表示する際には、図2のように回路ブロックを実装して駆動を行う。

【蛍光体インキ、インキ塗布装置及び塗布方法についての説明】蛍光体インキは、各色蛍光体粒子が、バインダー、溶剤、分散剤などの混合物に分散され、適度な粘度に調整されたものである。

【0032】蛍光体粒子としては、一般的にPDPの蛍光体層に使用されているものを用いることができるが、その具体例としては、

青色蛍光体： $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$

緑色蛍光体： $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Mn}$ あるいは $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$

赤色蛍光体： $(\text{YxGd}_{1-x})\text{BO}_3:\text{Eu}^{3+}$ あるいは $\text{YBO}_3:\text{Eu}^{3+}$

を挙げることができる。

【0033】蛍光体インキの組成などについての詳細な説明は後述する。図3は、蛍光体層31を形成する際に用いるインキ塗布装置50の概略構成図である。図3に示されるように、インキ塗布装置50において、蛍光体インキを貯えるインキサーバ51、インキサーバ51内の蛍光体インキを加圧して送出する加圧ポンプ52、加圧ポンプ52から送られる蛍光体インキを吐出するノズルヘッド53、基板（ストライプ状の隔壁30が形成された背面ガラス基板21）を載置する基板載置台56、基板載置台56上に載置される背面ガラス基板21の溝32（隔壁30どうしの間）の位置を検出するための溝位置検出ヘッド55等が備えられている。

【0034】このインキ塗布装置50において、背面ガラス基板21は、基板載置台56上で隔壁30が図中X軸方向に沿うように配置される。また、ノズルヘッド53及び溝検出ヘッド55を、基板載置台56に対して相対的に駆動する駆動機構（不図示）が設けられ、制御器60からの指示に従って、基板載置台56の表面に沿ってX軸方向及びY軸方向に走査できるようになっている。なお、この駆動機構としては、3軸ロボット等に用いられている送りネジ機構やリニアモータ、或はエアシリンダ機構を用いて、ノズルヘッド53及び溝検出ヘッド55、若しくは基板載置台56を駆動すればよく、その具体例については、実施の形態2において説明する。

【0035】また、各ヘッド53、55の基板載置台56上におけるX軸・Y軸方向の位置、即ち（X、Y）座

標を検出する位置検出機構（不図示）が設けられ、制御器60ではこれらの座標位置が検出できるようになっている。この位置検出機構としてリニアセンサを設けてもよいが、例えば、X軸あるいはY軸駆動機構において、パルスモータのように駆動量を正確に制御できる駆動源を用いる場合は、X軸あるいはY軸の基準位置を通過するときそれを検知することのできる基準位置検出センサを設ければ、当該駆動源の駆動量からX軸あるいはY軸方向の位置を測定することができる。

10 【0036】ノズルヘッド53は、金属材料を機械加工並びに放電加工することによって、インキ室53aやノズル54の部分も含めて一体成形されたものであって、加圧ポンプ52から供給される蛍光体インキは、一旦インキ室53aに貯えられ、ノズル54から連続的にインキジェットを噴射するようになっている。ここでは、ノズルヘッド53にはノズル54が1本だけ設けられているものとするが、複数本のノズル54を設けて複数のインキジェットを噴射するようにすることもでき、この場合、インキ室53aで蛍光体インキが分配されると共に  
20 ノズル毎に加わる圧力が均一化される。ノズル54の口径は、後の図11で説明するように隔壁間の溝からインキジェットがはみ出ないようにすることを考慮して、隔壁ピッチと比べてかなり小さく設定するのがよいが、ノズルの目詰まり起こさないようにすることも必要である。通常は、数十～数百 $\mu\text{m}$ 程度の範囲に設定するが、これは蛍光体インキの吐出量などの条件によっても変わってくる。

【0037】また、インキサーバ51には、貯蔵される蛍光体インキ中の粒子（蛍光体粒子など）が沈殿するのを防止するため、攪拌機51aが設けられている。溝検出用ヘッド55は、基板載置台56上に載置される背面ガラス基板21の表面に沿って走査され、当該表面の各位置における特性（例えば表面から反射される光量や、表面の誘電率など）を測定するものであって、この溝検出用ヘッド55の測定結果に基づいて、背面ガラス基板21における各溝32の位置情報を得ることができるようになっている。

【0038】ここでは、図3に示されるように、溝検出用ヘッド55は、Y軸方向に延びるCCDラインセンサ57と、背面ガラス基板21の上面から反射される光をCCDラインセンサ57上に結像させるレンズ58とを備え、CCDラインセンサ57のY軸方向幅に相当する背面ガラス基板21の上面の画像データを取り込んで制御器60に送るようになっているものとする。

40 【0039】〔インキ塗布装置50による溝位置検出及びインキ塗布操作の説明〕このようなインキ塗布装置50を用いて、隔壁30間の溝32a、32b、32cの位置情報を得、それに基づいてノズルヘッド53が通過する溝内の位置を制御しながら各色蛍光体インキを各溝32a、32b、32cに順に塗布する。以下、その具

体例を示す。

【0040】 先ず、基板載置台56上に背面ガラス基板21を載置し、溝検出用ヘッド55を、X軸方向に走査しながら撮像する操作を、Y軸方向にずらしつつ繰返して行うことによって、背面ガラス基板21表面全体にわたる画像データを制御器60に順に送る。制御器60では、溝検出用ヘッド55から送られてくる画像データを取り込んで、基板載置台56上の座標と輝度とを対応させた画像データをメモリに格納する。

【0041】 図4は、このようにして得られた画像データを模式的に示すものであって、図中、斜線部が背面ガラス基板21に相当し、その中の白抜き部は隔壁30の上面に相当する部分である。次に、得られた画像データに基づいて、走査ラインを設定する。図4において斜線表示及び白抜き表示で区別しているように、この画像データにおいて、隔壁30間の溝32a、32b、32cに相当する部分と、隔壁30の上面に相当する部分とは、輝度レベルが異なる（一般的には溝部分の方が隔壁上面部分よりも反射する光量が少ないので暗くなる）と考えられるので、輝度レベルが急に变化する箇所を各溝32a、32b、32cの縁（溝と隔壁との境界線）と見なし、各溝32a、32b、32cにおいて両縁の中間に走査ラインSを設定すればよい。

【0042】 以下、走査ラインSを設定する手法について、更に具体的に説明する。図4の画像データにおいて、隔壁30を横切るように、Y軸に平行に等ピッチで複数の検索ラインLを引く。図5(a)は、図4の部分拡大図であって、図中、検索ラインL1、L2、L3…L6が引かれている。

【0043】 図5(b)は、検索ラインL1上の各位置における輝度を模式的に示すグラフであって、隔壁30の上面に相当する位置では高輝度、溝32a、32b、32cに相当する位置で低輝度となっている様子が示されている。図5(a)における検索ラインL1上において、輝度が急激に変化する点(P11、P12、P13、…、P18)のY座標、即ち、図5(b)のグラフにおいて立ち上がり及び立ち下りのY座標を求める。同様に、図5(a)における検索ラインL2、L3、…L6についても、輝度が急激に変化する輝度変化点(P21、P22、P23、…、P28)、輝度変化点(P31、P32、P33、…、P38)、…輝度変化点(P61、P62、P63、…、P68)のY座標を求める。

【0044】 そして、輝度変化点P11とP12の中点Q11、輝度変化点P21とP22の中点Q21、…、変化P61とP62の中点Q61の座標を求め、中点Q11、中点Q21、…中点Q61を連結することによって、図5(a)の左端の溝32aについての走査ラインS1を設定する。図5

(a)の左から2番目、3番目、4番目の溝についても、これと同様に、輝度変化点の中点の座標を結ぶことによって、走査ラインS2、S3、S4を設定する。

【0045】 このように走査ラインSを設定した後、各走査ラインに沿ってノズル54を走査しながら、各色蛍光体インキをノズル54から噴射することによって、溝32a、32b、32cに蛍光体インキを塗布する。具体的には以下のように行う。まず、インキサーバ51に、青・緑・赤の中、第1色目（例えば青色）の蛍光体インキを入れる。

【0046】 制御器60は、最初に塗布しようとする溝32aの走査ラインSの端にノズルヘッド53を移動し、加圧ポンプ52を駆動して蛍光体インキを圧送する。これによって、ノズル54から蛍光体インキが連続流となって吐出される。ノズル54の下端と隔壁上面との距離は、インキ吐出量などの条件にもよるが、通常0.5～3mmに設定する。

【0047】 この状態で、制御器60は、ノズルヘッド53をX方向に走査するが、ノズル54が走査ラインSに沿うよう、ノズルヘッド53のY方向の位置も調整しながら走査する。制御器60は、次に、ノズルヘッド53をY軸方向にずらして、次に塗布しようとする溝32aの走査ラインSの端にノズルヘッド53を移動し、ノズルから蛍光体インキを吐出しながら、背面ガラス基板21を反対向きに高速で走査することによって、ノズル54が走査ラインSに沿うようにノズルヘッド53を走査しながら蛍光体インキを塗布する。そして、このような操作を繰り返すことによって、第1色目の蛍光体インキを、背面ガラス基板における全ての溝32aに塗布する。

【0048】 次に、同様に、隣接する溝32bに、第2色目（例えば緑色）の蛍光体インキを塗布し、更に隣接する溝32cに第3色目（例えば赤色）の蛍光体インキを塗布する。これによって、3色の蛍光体インキが、各溝32a、32b、32cに塗布される。以上のような蛍光体インキの塗布方法によれば、図6(a)に示すように溝32a、32b、32cがX軸に対して傾いていたとしても、或は図6(b)に示すように溝32a、32b、32cが彎曲していたとしても、常に各溝の中央部を通るように走査ラインSが設定され、その走査ラインSに沿ってノズル54が走査されるので、蛍光体インキが常に溝の両側の隔壁側面に塗布され、溝に沿って均一的に蛍光体インキが塗布されることになる。

【0049】 即ち、図6(a)、(b)に示すように溝32a、32b、32cがX軸に対して傾いていたたり彎曲している場合、仮にノズル54をY軸方向は移動させることなくX軸に平行に直線的に走査したとすれば、図7(a)に示すように、ノズル54が溝32の中央部からはずれてどちらか一方（図7では左側）の隔壁30に近づく箇所が存在し、このような箇所では、近い側の隔壁側面に蛍光体インキが多く付着しやすく、形成される蛍光体層も、図7(b)に示すように、片側の隔壁側面上に厚く形成されやすい。そして極端な場合はノズル5



4が溝から外れて混色する可能性もある。これに対して、本実施形態の塗布方法を用いれば、いずれの箇所でも両側面に均等に蛍光体インキが塗布される。

【0050】なお、ノズルは必ずしも設定された走査ラインの真上を走査しなくても、各走査ラインからあまり離れることなく走査すれば、このような効果を得ることはできる。

(蛍光体インキの吐出量制御について)とところで、隔壁30のピッチが一定で、各溝32a、32b、32cの溝幅が均一であれば、ノズルの走査速度及びインキの吐出量(単位時間当たりのノズルからの吐出量)は一定に設定すればよいが、溝幅にばらつきがあったり、溝の中で幅が変動しているような場合、ノズルの走査速度及びインキの吐出量を一定にすると、蛍光体インキの付着状態(溝の底及び側面への付着バランス)が不均一になる。これは、溝幅の広いところでは、溝幅の狭いところと比べて、塗布される蛍光体インキが広い面積に分散されるため隔壁側面への蛍光体インキの塗布が少なくなるためである。

【0051】また溝幅が小さいところでは、蛍光体インキの塗布量が過大となり、隣接する溝にあふれて混色を引き起こす可能性もある。これに対して、以下のように、溝幅の変動に対応して、蛍光体インキを加圧する圧力を調整して吐出量を制御するか、走査速度を制御することによって解消することができる。図4の画像データにおいて、検索ラインL上において、各溝32a、32b、32cごとの溝幅を測定しておき、ノズル54を走査してインキを塗布するときにそれに基づいて、X軸方向の単位長さ当たりのインキ塗布量が溝幅に比例するように、加圧ポンプ52の圧力、或はX軸駆動機構による駆動速度を制御する。

【0052】例えば、図5(a)の走査ラインS1については、点Q11における溝幅(点P11と点P12間距離)、点Q21、…点Q61における溝幅を測定しておく。そして、ノズル54で走査ラインS1上を走査する際、ノズル54が各点Q11、Q21、…Q61上を通過する時に、加圧ポンプ52による加圧力を、上記の測定した溝幅に比例させる。

【0053】このように制御することによって、X軸方向単位長さあたりに塗布される蛍光体インキ量は、溝幅に略比例することになるので、溝幅にばらつきや変動がある場合でも、蛍光体インキの付着状態は均一的となり、また、溝幅が小さいところでも混色が生じない。

(溝の位置情報を得る方法やノズル走査方法についての变形例など)本実施の形態では、溝検出用ヘッド55で背面ガラス基板21の上面全体の画像を撮り、その画像データから溝の位置情報を得て、それを用いて走査ラインを設定する例を示したが、走査ラインを設定する方法は、これに限られることはなくいろいろある。

【0054】例えば、X軸方向に延びるCCDラインセ

ンサを備えたヘッドを、隔壁30を横切るようにY軸方向に走査することによっても輝度変化点を求めることができる。即ち、図5(a)の検索ラインL1、L2…に相当するライン上の輝度を検出すれば、同様に輝度変化点を求めることができ、走査ラインを設定することができる。

【0055】また、上記実施の形態では、輝度が急激に変化する点を検出し、それを溝の縁と判定するようにしたが、例えば、溝検出用ヘッド55に距離センサを配置して、同様に背面ガラス基板21の上面を走査し、距離センサからの距離が急減に変化する点を検出し、それを溝の縁と判定することも可能である。あるいは、溝検出用ヘッド55に誘電率を測定する誘電体測定センサーを配置して、同様に背面ガラス基板21の上面を走査し、誘電体が急減に変化する点を検出し、それを溝の縁と判定することも可能である。

【0056】また、上記インキ塗布装置50においては、ノズルヘッド53と溝検出用ヘッド55とそれぞれ独立して駆動できるようにしたが、これらを一体で駆動するようにしても、上記と同様の操作を行うことはできる。上記インキ塗布装置50においては、予め背面ガラス基板21の上面全体にわたって、溝検出用ヘッド55で溝の位置を検出して走査ラインを設定し、その後、蛍光体インキの塗布を開始する例を示したが、並行して行うことも可能である。即ち、ノズルヘッド53を走査して蛍光体インキを塗布しながら、後でインキを塗布しようとする溝について画像データを得ると共に走査ラインを設定し、その溝にインキを塗布する際に当該走査ラインに合わせてノズルヘッド53を制御しながら走査することもできる。

【0057】即ち、ノズルヘッド53を走査するのに先行して走査ラインを設定すれば、ノズルヘッド53をそれに合わせて制御することはでき、上記実施の形態と同様の効果を奏するものと考えられる。従って、例えばノズルヘッド53に、その走査方向前方で溝の中央位置を検出する溝検出器(CCDラインセンサ)を付設しておき、ノズルヘッド53を走査する際に、この溝検出器で、ノズルヘッド53に先行して溝の中央位置を検出し、検出した中央位置を通るようにノズルヘッド53を制御しながら走査するようにすることも可能である。但しこの場合、溝の中央位置検出及びy軸方向への駆動は迅速に行えるようにしておく必要がある。

【0058】更にこの他に、ノズルヘッド53に溝検出器を付設しておき、当該溝検出器で検出する溝の中央位置とノズルとの位置ずれを算出し、位置ずれをなくすようノズルヘッド53をy軸方向に駆動させるフィードバック補正を行うことも可能である。また、上記実施の形態では、ノズルヘッド53にノズル54を1つ設ける場合について説明したが、ノズルヘッド53に複数のノズル54を設ける場合でも、同様に実施することができ



る。

【0059】この場合、各ノズル54を各走査ラインに沿うようにノズルヘッド53をY軸方向に調整しながら走査する。例えば、ノズルピッチを隔壁ピッチの3倍に設定し、ノズルヘッド53の位置調整は、各溝32aの中央に設定された各走査ラインを平均化したものをノズルヘッド53の走査ラインとし、そのヘッド走査ラインに一致するようノズルヘッド53をY軸方向に調整しながら走査する。

【0060】これによって、複数の溝に対しても、並行して蛍光体インキを塗布を行うことができる。ノズルヘッド53に設けるノズル54の数が1本であれば、溝32a、32b、32cの本数分だけタクト回数も必要であるが、上記のようにノズルヘッド53に設けるノズル54の数を多くすれば、タクト回数を少なくすることができる。例えばノズルヘッド53に3本のノズル54を設ければ、1回の走査で3本の溝に塗布できるので、タクト回数を1/3とすることができることはいままでもない。

【0061】高精細のPDPでは、背面ガラス基板21に設ける溝32a、32b、32cの本数は数百から数千本と非常に多い（例えば、42インチクラスの16：9タイプVGAレベルのPDP表示装置では、各色ごとに850本程度の溝があり、HDタイプでは各色ごとに1920本の溝がある）。従って、ノズル54の数を多くすることによって作業効率をかなり向上できる。

【0062】また、本実施形態では、第1色目の蛍光体インキを塗布し終えてから次の色を塗布するという方法を示したが、インキ塗布装置50に3色分のノズルヘッドを設けておいて、3色の蛍光体インキを並行して塗布することも可能である。

【蛍光体インキの組成について】

#### (1) 蛍光体粒子

ノズルの目づまりや蛍光体粒子の沈殿を抑制するために、蛍光体インキに用いる蛍光体粒子の平均粒径は、5 $\mu$ m以下とするのがよい。また、蛍光体が良好な発光効率を得るために、蛍光体の平均粒径は0.5 $\mu$ m以上とするのがよい。従って、蛍光体粒子としては、平均粒径が0.5～5 $\mu$ mを用いるのが好ましく、特に2～3 $\mu$ mの範囲にあるものを用いるのが好ましい。

【0063】また、蛍光体粒子の分散性を向上させるために、以下のようにして、蛍光体粒子の表面に、酸化物やフッ化物を付着あるいはコーティングすることが有効である。蛍光体粒子の表面に付着あるいはコーティングさせる金属酸化物の例としては、酸化マグネシウム(MgO)、アルミニウム酸化物( $Al_2O_3$ )、酸化珪素( $SiO_2$ )、酸化インジウム( $In_2O_3$ )、酸化亜鉛( $ZnO$ )、酸化イットリウム( $Y_2O_3$ )が挙げられる。この中で、 $SiO_2$ は負に帯電する酸化物として知られ、一方、 $ZnO$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ は正に帯電する

酸化物として知られており、特にこれらの酸化物を付着あるいはコーティングさせることは有効である。

【0064】付着させる酸化物の粒径は、蛍光体粒子の粒径と比べてかなり小さく、これらの酸化物の蛍光体粒子表面への付着量は、蛍光体粒子に対して0.05～2.0重量%の範囲とするのが適当である。これは、この範囲より少なすぎると効果が少なく、多すぎるとプラズマ中で発生する真空紫外線を吸収してしまい、パネル輝度が低下するためである。

【0065】蛍光体粒子の表面に付着あるいはコーティングさせるフッ化物の例としては、フッ化マグネシウム( $MgF_2$ )やフッ化アルミニウム( $AlF_3$ )が挙げられる。

#### (2) バインダー

蛍光体粒子を良好に分散させるのに適したバインダーとしては、エチルセルロースあるいはポリエチレンオキサライド(エチレンオキサライドのポリマ)が挙げられ、特に、エトキシ基( $-OC_2H_5$ )の含有率が49～54%のエチルセルロースを用いるのが好ましい。

【0066】また、バインダーとして光感光性樹脂を用いてもよい。

#### (3) 溶剤

溶剤としては、水酸基(OH基)を有する有機溶剤を混合したものを用いるのが好ましく、その有機溶剤の具体例としては、ターピネオール( $C_{10}H_{18}O$ )、ブチルカルビトールアセテート、ペンタジオール(2,2,4-トリメチルペンタジオールモノイソブチレート)、ジペンテン(Dipentene、別名Limonen)、ブチルカルビトール等が挙げられる。

【0067】これらの有機溶剤を混合した混合溶剤は、上記のバインダーを溶解させる溶解性に優れており、蛍光体インキの分散性を優れたものとする。蛍光体インキ中における蛍光体の含有量としては35～60重量%、バインダーの含有量としては0.15%～10重量%の範囲内が適当である。なお、後述するようい溝に塗布される蛍光体インキの形状を整えるため、バインダーの含有量は、インキ粘度が高くなり過ぎない範囲内で大き目に設定するのが好ましい。

#### 【0068】(4) 分散剤

上記のような組成の蛍光体インキに、更に分散剤を添加することによって、インキ中における蛍光体粒子の分散性を向上させることができる。分散剤の例としては、以下のような界面活性剤が挙げられる。

\*陰イオン性界面活性剤：脂肪酸塩、アルキル硫酸、エステル塩、アルキルベンゼンスルホン酸塩、アルキルスルホコハク酸塩、ナフタレンスルホン酸ポリカルボン酸高分子。

【0069】\*非イオン性界面活性剤：ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレン誘導体、ソルビタン脂肪酸エステル、グリセリン脂肪酸エステル、

ポリオキシエチレンアルキルアミン。

\*陽イオン性界面活性剤：例えば、アルキルアミン塩、第4級アンモニウム塩、アルキルベタイン、アミノオキサイド。

#### 【0070】(5) 除電物質

また、蛍光体インキに、除電物質を添加するのも好ましい。上記(4)で分散剤として挙げた界面活性剤は、一般的に蛍光体インキの帯電を防止する除電作用も有しており、除電物質に該当するものが多い。但し、蛍光体、バインダー、溶剤の種類によって除電作用も異なるので、いろいろな種類の界面活性剤について試験を行って、結果の良好なものを選択するのがよい。

【0071】界面活性剤の添加量としては、0.05～0.3重量%が適当であって、この範囲より少ないと分散向上効果あるいは除電効果があり期待できず、一方この範囲より多いと輝度に影響を及ぼすので好ましくない。除電物質としては、界面活性剤の他に、導電性の材料からなる微粒子も挙げることができる。

【0072】導電性微粒子としては、カーボンブラックをはじめとするカーボン微粉末、グラファイトの微粉末、Al, Fe, Mg, Si, Cu, Sn, Agといった金属の微粉末、並びにこれらの金属酸化物からなる微粉末が挙げられる。このような導電性微粒子の蛍光体インキに対する添加量は、0.05～1.0重量%の範囲とするのが好ましい。

【0073】蛍光体インキに除電物質を添加することによって、蛍光体インキの帯電が防止されるが、これは、PDPの生産において次のような効果を奏する。蛍光体インキに除電物質が添加されていない場合には、作製されたパネルを駆動したときに筋むらが発生しやすいという問題があるが、蛍光体インキに除電物質が添加されることによって筋むらの発生が抑えられる。

【0074】また、蛍光体インキに除電物質を添加しない場合には、蛍光体インキの帯電によって、パネル中央部におけるアドレス電極22の切れ目(図2参照)において蛍光体層が盛り上がるという問題も生じやすいが、蛍光体インキに除電物質を添加することによってこれも抑えることができる。これらは、蛍光体インキ(特に有機溶剤を用いたもの)が塗布時に帯電することによって、各溝に塗布される蛍光体インキの量や溝への付着状態に若干のばらつきを生じるが、蛍光体インキに除電物質を添加することによってこの帯電が防止されるためと考えられる。

【0075】また、帯電を抑えることによって、液滴の飛散による混色も防止できる。また、上記のように除電物質として界面活性剤やカーボン微粉末を用いた場合には、蛍光体インキに含まれている溶剤やバインダーを除く蛍光体焼成工程において除電物質も蒸発あるいは焼失されるので、焼成後の蛍光体層中には除電物質が残存しない。従って、蛍光体層中に除電物質が残存するこ

とによってPDPの駆動(発光動作)に支障が生じる可能性もない。

【0076】[蛍光体インキの製造方法について] 蛍光体インキは、上記のバインダーを、溶剤に対して0.2～10重量%溶解し、これに各色蛍光体粒子を調合して、分散器を用いて蛍光体粒子を分散させることによって作製する。蛍光体インキを製造する分散器としては、ボールを用いて分散する振動ミルや攪拌槽型ミル(ボールミル、ビースミル、サンドミル等)の他に、ボールを用いることなく分散する流通管型ミル、ジェットミル、ナノマイザなどを挙げることができる。

【0077】振動ミルや攪拌槽型ミルの分散媒体(メディア)としては、ジルコニアやアルミナのボールを用い、特に直径0.2～2mmのジルコニア( $ZrO_2$ )ボールを用いるのが好ましい。これは、蛍光体粉末へのダメージを抑えたと共に、不純物の混入(コンタミ)を抑えるためである。ジェットミルを用いる場合、10～100kgf/cm<sup>2</sup>の圧力範囲で分散を行うのが好ましい。この圧力範囲が好ましいのは、10kgf/cm<sup>2</sup>未満では十分な分散が得られず、100kgf/cm<sup>2</sup>を越えると蛍光体粒子が潰れる傾向にあるからである。

【0078】蛍光体インキの粘度(25℃でせん断速度が100sec<sup>-1</sup>における粘度)は、2000センチポイズ以下、好ましくは10～500センチポイズの範囲内に調整する。蛍光体粒子の表面に酸化物やフッ化物を付着する方法は、例えば、蛍光体粒子の懸濁液に、酸化マグネシウム(MgO)、アルミニウム酸化物( $Al_2O_3$ )、酸化珪素( $SiO_2$ )、酸化インジウム( $In_2O_3$ )などの金属酸化物の懸濁液、あるいはフッ化マグネシウム(MgF<sub>2</sub>)やフッ化アルミニウム( $AlF_3$ )などの金属フッ化物の懸濁液を加え、混合攪拌した後、吸引濾過し、125℃以上で乾燥して、350℃で焼成することによって行うことができる。ここで、蛍光体粒子と酸化物、フッ化物との接着力を向上させるために、樹脂、シランカップリング剤(silane coupler)あるいは水ガラス(water glass)を、上記懸濁液に少量添加してもよい。

【0079】また、例えば、蛍光体粒子の表面にアルミニウム酸化物( $Al_2O_3$ )の膜をコーティングするには、アルミニウムのアルコキシドである $Al(OC_2H_5)_3$ のアルコール溶液に、蛍光体粒子を加えて攪拌することによって行うことができる。

[本実施形態の蛍光体インキの作用効果について] 本実施形態の蛍光体インキは上記のように、分散性が優れるため、隔壁間の溝に塗布されると、隔壁側面に対する付着性が良好である。その原理について、以下に説明する。

【0080】図8は、蛍光体インキを隔壁間の溝に塗布した後、蛍光体層が形成される様子を模式的に示す図である。流動性のよい蛍光体インキが隔壁30間に充填さ

れると、充填された蛍光体インキ中の蛍光体粒子には、重力F1が働きこれを底に沈降させようとする。一方、蛍光体インキ中の蛍光体粒子には、隔壁側面方向に移動させようとする力F2も働く。この力F2は、蛍光体インキ中の溶剤が隔壁30中に拡散するのに伴って、バインダーによって相互に結合している蛍光体粒子も隔壁方向に引っ張ろうとする力である。

【0081】隔壁間の溝に最終的に形成される蛍光体層の形状は、これらの力F1と力F2とのバランスによって決められるが、蛍光体インキの分散性が良好であるほど、力F2が大きくなるため、隔壁側面に対する蛍光体インキの付着性が良好になるものと考えられる。また、上述したように、蛍光体インキ中のバインダーの含有量を大き目に設定するのが好ましいのもこれと同じ原理であって、バインダーの含有量を大き目に設定することによって力F2が向上するので、隔壁側面に対する蛍光体インキの付着性が向上することになる。

【0082】そして、蛍光体の隔壁側面への付着が向上すると、隔壁側面に形成される蛍光体層の割合が大きくなり、PDPのパネル輝度向上に寄与する。これは表示電極に近い所で発生する紫外線を可視光に効率よく変換できるためである。図9は、蛍光体インキ中の樹脂バインダーの濃度を変えたときに、形成される蛍光体層形状がどのように変わるかを模式的に示すものである。

【0083】本図に示すように、樹脂濃度が小さい場合は、蛍光体粒子はほとんど底に沈降し、蛍光体層は底にだけ形成されるが、樹脂濃度成分が多くなるにつれて、蛍光体粒子間の結合力が高くなるので、隔壁側面に付着する蛍光体の量が多くなり、樹脂濃度成分がある程度以上に高くなると、蛍光体層が隔壁側面だけに形成されるようになる。

【0084】なお、複数色の蛍光体インキを溝に順に塗布していく場合、2番目、3番目の色の蛍光体インキを塗布しようとする際には、既に、隣の溝には蛍光体インキが塗布されているので、隔壁には既に溶剤が浸透している。そのため、新たに溝に塗布された蛍光体インキ中の溶剤は、当該隔壁に浸透しにくく、従って、分散性の悪い蛍光体インキを用いると力F2がほとんど働かないことになる。

【0085】しかし、本実施形態のように分散性のよい蛍光体インキを用いれば、このように隣の溝に蛍光体インキが塗布されている場合でも、ある程度の力F2が働くので、隔壁側面への蛍光体インキの付着性は比較的良好である。また、通常、ノズル54の口径は、隔壁ピッチと比べてかなり小さく設定されており、細いノズルから蛍光体インキを安定的に吐出させるために、インキ粘度もかなり低く設定する必要がある。図10に示すように、従来のスクリーン印刷などに用いるインキ粘度と比べて、およそ2桁ほど粘度を低くする必要がある。

【0086】そのため、ノズルに目詰まりが発生しやす

いが、本実施形態の蛍光体インキは蛍光体粒子の分散が良好なため、ノズルの目詰まりが生じにくく、従って蛍光体インキを連続的に長時間塗布することが可能であって、連続で100時間以上塗布することも可能である。ノズル54の口径を、隔壁ピッチと比べてかなり小さく設定する理由は次の通りである。

【0087】図11は、ノズルからの蛍光体インキの吐出状況を示す図である。図11(a)に示すように、ノズルから蛍光体インキが吐出された後で蛍光体インキが膨張する傾向を示す。これは、いわゆるバラス効果といわれるものである。この点を考慮すると、ノズル径dは、隔壁ピッチと比べてかなり小さくする必要がある。例えばVGAクラスの360 $\mu$ mピッチの隔壁の場合、ノズル径dを100 $\mu$ m前後に設定する必要がある、HDクラスではノズル径dを50 $\mu$ m前後と非常に小さく設定する必要がある。

【0088】(蛍光体インキを塗布する方法の変形例)このような低粘度の蛍光体インキをノズルから吐出させた後、吐出を停止させると、図11(b)に示すように、停止後の流れは噴流の軸がずれ、流れが不安定となりやすい。この理由は、インキの吐出を停止すると、ノズル先端における噴出口の周囲(ノズル下面)に蛍光体インキが付着し、その濡れ性が微妙に変わるためであり、特にノズル周囲の濡れぶち長さが小さく、インキの粘性が小さい場合に顕著となる。

【0089】これに対する対策として、ノズル54から連続的に蛍光体インキを吐出して、複数の溝に順次塗布する間は継続的に蛍光体インキを吐出さればよい。即ち、ノズル54が溝から外れた位置にあるときも、蛍光体インキの吐出を停止させることなく継続させる塗布方法を用いれば、ノズル先端下面における蛍光体インキの付着を防止できるので、図11(b)に示すようなインキジェット噴流の軸がずれは防止できる。

【0090】例えば、背面ガラス基板21全体に対して一色の塗布を終わるまでは継続して蛍光体インキを吐出させるようにすれば、その間はインキジェット噴流の軸ずれは防止できるので、安定して塗布することができる。

【実施の形態2】図12は、本実施形態にかかるインキ塗布装置を示す斜視図であり、図13はこのインキ塗布装置の正面図(一部断面)である。

【0091】このインキ塗布装置は、基本的に上記インキ塗布装置50と同様の構成であるが、蛍光体インキを回収して用いる循環機構や複数のノズルを持つノズルヘッドを回転してノズルピッチを調整するノズル回転機構などを備えるといった工夫が施されている。

(インキ塗布装置の構成)このインキ塗布装置は、装置本体100と制御器200とから構成されている。

【0092】装置本体100は、本体ベース101と、当該本体ベース101の上面に敷かれたレール102に

沿ってX軸方向（図中矢印X方向）に移動する基板載置台103と、本体ベース101を跨ぐように設けられたアーム104のレール105に沿ってY軸方向（図中矢印Y方向）に移動するノズルヘッドユニット110、同様にアーム104をY軸方向に移動し基板載置台103上に載置された背面ガラス基板21の隔壁位置を検出する撮像ユニット120が設けられている。

【0093】本体ベース101の内部には、基板載置台103をX軸方向に往復駆動させるためのX駆動機構130が設けられている。このX駆動機構130は、駆動モータ131（例えばサーボモータ、ステッピングモータ）と、レール102に沿ってX軸方向に延びる送りネジ132と、基板載置台103の下部に固着されたナット133とから構成され、駆動モータ131で送りネジ132を回転駆動することによって、ナット133と共に基板載置台103をX軸方向に高速でスライド駆動させることができる。

【0094】図14は、図12に示すノズルヘッドユニット110の拡大図である。ノズルヘッドユニット110には、これをY軸方向に往復駆動させるためのY軸駆動機構が内蔵された駆動ベース部111、複数のノズル113が並設されたノズルヘッド112、ノズルヘッド112の高さを調整するためにこれを昇降させる昇降機構114、及びノズルヘッド112を基板載置台103と平行な面で回転駆動させる回転駆動機構115が設けられている。

【0095】上記Y軸駆動機構及び昇降機構114としては、例えば、リニアモータや、ピニオン歯車付き駆動モータをラック歯車とを組み合わせたスライド機構を適用することができる。また、回転駆動機構115としては、例えばサーボモータを用い、これによってノズルヘッド112の回転軸112a中心にして回転させる。撮像ユニット120は、上記駆動ベース部111と同様にY軸駆動機構（不図示）によってアーム104上をY軸方向に駆動できるようになっている。この撮像ユニット120には、実施の形態1で説明した溝検出用ヘッド55と同様、Y軸方向に延びるCCDラインセンサなどが内蔵され、基板載置台103上に載置された背面ガラス基板21の上面画像データを得ることができるようになっている。

【0096】なお、図示はしないが、このインキ塗布装置には、基板載置台103のX軸方向の位置を検出するX位置検出機構、ノズルヘッドユニット110及び撮像ユニット120のY軸方向の位置を検出するY位置検出機構、昇降機構114の高さ位置を検出する高さ検出機構として、X軸方向・Y軸方向・上下方向の各々にリニアセンサー（例えば、光学式のリニアエンコーダ）が設けられており、これによって、制御器200では、各リニアセンサーからの信号に基づいて、ノズルヘッドユニット110及び撮像ユニット120の位置（基板載置台

103上におけるX座標及びY軸座標）並びにノズルヘッド112の高さを随時検出できるようになっている。また、ノズルヘッド112のX軸に対する角度 $\theta$ も角度検出機構（例えば、ロータリエンコーダ）で随時検出可能となっている。

【0097】以上のような各駆動機構及び各検出機構によって、ノズルヘッド112並びに撮像ユニット120は、基板載置台103上に沿ってX軸方向及びY軸方向に走査することができ、更に、ノズルヘッド112は、基板載置台103からの高さ及びX軸に対する角度を調整することが可能となっている。また、図12、13に示すように、基板載置台103上に基板を吸着する基板吸着機構140を構成するため、本体ベース101の内部には、吸引ポンプ141及びこの吸引ポンプ141と基板載置台103とを連結するフレキシブルホース142が設けられている。また、基板載置台103の内部には空洞部103a（図13参照）が形成されており、基板載置台103の上面には、空洞部103aと連通する多数の微細孔が設けられている。そして、吸引ポンプ141で空洞部103aから排気することにより、基板載置台103上の基板を吸着できるようになっている。

【0098】図12、13に示すように、装置本体100内には、ノズルヘッドユニット110から吐出される蛍光体インキを回収し循環して用いるために循環機構150が設けられている。この循環機構150は、ノズルヘッドユニット110から吐出される蛍光体インキ（インキジェット）を回収する回収容器151及び回収容器151内の蛍光体インキを加圧送出する加圧ポンプ152等から構成されている。

【0099】回収容器151は、ノズルヘッドユニット110の走査範囲全体にわたってインキジェットを回収できるようにY軸方向に延びており、回収された蛍光体インキは、加圧ポンプ152から配管153を経由してノズルヘッドユニット110内のノズルヘッド112に供給され、循環して使用されるようになっている。また、この循環機構150には、循環する蛍光体インキの量を一定に保つインキ補充器154が付設されている。

このインキ補充器154は、回収容器151内のインキ量が規定量以上あるか否かを監視し、規定量以下になったときに自動的に蛍光体インキを補充するものである。

【0100】更に、ノズルヘッド112から吐出されるインキジェットが背面ガラス基板21の端部に付着するのを防止するため、ノズルヘッドユニット110内には、ジェット遮蔽機構116が設けられている。このジェット遮蔽機構116は、X軸方向にスライドする遮蔽トレイ117とこれをスライド駆動させるソレノイド（不図示）からなり、遮蔽トレイ117は、通常はインキジェットの通過ラインから待避しているが、ソレノイドを駆動させることによってインキジェットを遮断する

位置にスライドできるものである。

【0101】なお、遮蔽トレイ117で遮蔽した蛍光体インキは、吸引ポンプ（不図示）によって第2回収容器118に移されるようになっている。制御器200は、上記装置本体100の各部の駆動制御を行うものである。この制御器200は、上記駆動モータ131、ノズルヘッドユニット110、撮像ユニット120、吸引ポンプ141、加圧ポンプ152とケーブル201~205で結ばれており、制御器200から各ケーブルを通して供給される電力及び駆動制御信号によって、これら各部の駆動がなされる。

【0102】また、撮像ユニット120で得た画像データは、ケーブル203を通して制御器200に送られる。

（インキ塗布装置の操作及び動作制御について）このような装置構成を用いて蛍光体インキを塗布する手順を説明する。先ず、背面ガラス基板21を基板載置台103上に置き、吸引ポンプ141を作動させることにより吸着固定する。

【0103】次に、実施の形態1のインキ塗布装置50について説明したの同様に、撮像ユニット120を走査させて、背面ガラス基板21の表面全体にわたって撮像し、制御器200では、撮像ユニット120からの画像データをもとに、基板載置台103上の座標と輝度とを対応させた画像データを得、隔壁間の溝に走査ラインを設定する。

【0104】次に、昇降機構114を駆動してノズルヘッド112の高さを調整することによって、ノズル113の下端と隔壁30上面との間隔を調整する。そして、加圧ポンプ152を駆動して、ノズルヘッドユニット110から蛍光体インキを吐出させる。そして、インキを吐出させた状態を保ったまま、以下のように、ノズルヘッドユニット110を走査させて蛍光体インキを塗布する。

【0105】図15は、ノズルヘッド112が背面ガラス基板21上を走査される様子を示す図ある。ここでは、2つおきの溝32aに一色（青）の蛍光体インキを塗布する場合について説明する。ノズルヘッド112において、3つのノズル113a・113b・113cが距離Aを隔てて直線上に並設され、ノズル間隔Aは、2つおきの溝32aのピッチよりも若干大きく設定され、中央のノズル113bの位置とノズルヘッド112の回転中心とが一致しているものとする。

【0106】本図において、太線矢印（R1→R2→R3→R4→）は、ノズルヘッド112の中心が走査されるラインを示している。図に示すように、ノズル113a・113b・113cが2つおきの溝32a上に位置するようにノズルヘッド112をY軸に対して傾かせた状態で、X軸方向に走査する（R1→R2）。次に、ノズルヘッド112をY軸方向に、隔壁ピッチ9個分ずらし

（R2→R3）、同様にノズルヘッド112をY軸に対して傾かせた状態で、X軸方向に走査してする（R3→R4）。

【0107】以下、同様の走査を繰り返すことによって、背面ガラス基板21全体にわたって各溝32aに蛍光体インキを塗布するが、この間、加圧ポンプ152は停止させることなく、連続して蛍光体インキを吐出させておく。それによって、ノズル113a・113b・113cの下面に蛍光体インキが付着して噴流が不安定になるのが防止される。

【0108】また、ノズルヘッド112をX方向に走査する時間の中で、隔壁30の端部と基板載置台103の縁との間の領域（図中W1及びW2で示される領域）をノズルヘッド112が通過する時間には、ジェット遮蔽機構116を作動させて遮蔽トレイ117でインキジェットを遮断する。これによって、背面ガラス基板21上における隔壁30の端部付近（図中W3及びW4で示される領域）に蛍光体インキが付着するのを防止することができる。

【0109】蛍光体インキの粘度が低い場合には、溝32aに塗布する蛍光体インキが隔壁30の端部付近（W3、W4領域）に付着すれば、付着したインキが隣の溝32bや溝32cに流れ込み、混色を起こす可能性があるが、上記のようにして付着を防止することによりこの混色を防ぐことができる。なお、このジェット遮蔽機構116において、ノズル113の下端と隔壁30上面との間に遮蔽トレイ117が入り込む必要がある。そのため、遮蔽トレイ117を薄く設計することも考えられるが、蛍光体インキをある程度貯められるように遮蔽トレイ117の厚さを確保し、ジェット遮蔽機構116を作動させるタイミングに合わせて、昇降機構114を駆動させてノズルヘッド112を上方に移動させるようにすることが好ましい。

【0110】また連続的にインキを循環しながら塗布すると、容器内のインキ量が減少するだけでなく、溶剤の蒸発などにより物性値が変化しやすい。そのため、蛍光体インキの物性が許容範囲を超えないような工夫をすることが好ましい。例えば、回収容器151内で粘度を検出し、自動的に蛍光体インキに溶剤などを補充する溶剤補充機構を設けることによって、インキの粘度を一定に保つことができる。これによって、長時間にわたって安定した塗布を行うことができる。

【0111】また、ジェット遮蔽機構で受けたインキは、単純な回収容器で受けたインキと比べて物性値が異なる場合が多い、従って、ジェット遮蔽機構で受けたインキは循環するインキとは別に、第2回収容器118に保管しておき、別個に再利用するのが好ましい。

【ノズルヘッド112の位置制御について】本実施態でも、実施の形態1と同様に、ノズルヘッド112をX軸方向に走査する際に、Y軸方向に調整しながら走査を行

うが、本実施形態では更に、ノズルヘッド112を回転駆動機構115で回転することによって、ノズルヘッド112におけるY軸方向のノズルピッチの調整も行いながら走査を行う。

【0112】即ち、3つのノズル113a・113b・113cの中の両端のノズル113a及びノズル113cが、それぞれ対応する溝32aの中央に設定されるラインに沿うように、ノズルヘッド112のY軸方向の位置調整及び回転角の調整を行いながらX軸方向への走査を行う。このように制御しながら走査することによって、仮に溝32a、32b、32cが彎曲したり隔壁間のピッチが変化しているような場合でも、ノズルヘッド112における複数のノズル113a・113b・113cを、対応する各溝32aの中央部に設定した走査ラインに沿って走査させることができる。以下、この制御について更に具体的に説明する。

【0113】図16は、基板載置台103上の座標と輝度とを対応させた画像データの部分拡大図であって、溝32a、32b、32cがX軸に彎曲している場合を示している。この画像データ上において、実施形態1の図5で説明したように、ノズル走査ラインS1、S2、S3…を設定する。そして、図中に示すように、長さが2Aで且つノズル走査ラインS1とノズル走査ラインS7上に両端が存在する線分K1、K2、K3…をほぼ等ピッチで設定する。

【0114】そして、各線分K1、K2、K3…について、中点M1、M2、M3…の位置(X、Y座標)及びX軸に対する角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ …を算出する。このようにして算出した中点M1、M2、M3…を結ぶラインを、ノズルヘッド112の走査ライン(ヘッド走査ライン)とする。図16からわかるように、このヘッド走査ラインは、ノズル走査ラインS4に対して若干のずれはあるもののほとんど一致している。

【0115】そしてノズルヘッド112を走査する際には、ノズルヘッド112をX軸方向に走査しながら、ノズルヘッド112の回転中心(ノズル113b)が、上記ヘッド走査ライン(中点M1、M2、M3…を通るライン)と一致するようにノズルヘッドユニット110のY軸駆動機構を駆動制御する。それと共に、ノズルヘッド112の回転中心が、上記算出した中点M1、M2、M3…位置にあるときには、ノズルヘッド112のx軸に対する角度 $\theta$ が、上記算出した角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ …と一致するように回転駆動機構115の駆動を制御する。

【0116】ノズルヘッド112の走査時において、このようにY軸方向及び回転角 $\theta$ の制御を行うことによって、両端のノズル113a、113cは走査ラインS1、S7上を走査されることになり、中央のノズル113aはヘッド走査ライン(即ちノズル走査ラインS4の近傍)上を走査されることになる。よって、各ノズル113a、113b、113cは、常に各溝32aの中央部

近くを通過して走査されることになる。

【0117】〔蛍光体インキを回収する機構を設けたことによる効果〕ノズルが基板の溝上をはずれた状態にあるとき、即ち図13に示すように基板が待機状態の位置にあるときには、吐出されるインキジェットは回収容器151で回収されるので、蛍光体インキを連続的に吐出させてもロスはほとんどない。

【0118】従って、例えば、基板載置台103上の背面ガラス基板21を交換する間も連続的にインキを吐出させれば、複数の基板21に対して安定して塗布することができ、且つ蛍光体インキのロスも少ない。更に、基本的にメンテナンス時のみ、ノズルからの蛍光体インキの吐出を停止させ、後は、連続的に吐出するようにしてもよいので、1日中稼動する生産工場では、24時間以上連続して吐出させてもよいし、場合によっては週単位や月単位での連続稼動も可能である。

【0119】このように、本実施形態の塗布方法は、蛍光体インキのロスが少なく且つ隔壁間の溝に均一的に安定的に塗布できるので、量産に適した優れた方法であって、本実施形態の塗布方法によって製造コストの低下も実現できる。

〔本実施の形態にかかる変形例について〕操作手順を変更する場合の適応性などを考慮すると、図12に示す装置のように、アーム104上においてノズルヘッドユニット110と撮像ユニット120とは各々独立して駆動できるようにしておくことが望ましいが、ノズルヘッドユニット110と撮像ユニット120とを一体にしても、上記と同様に操作することは可能である。

【0120】また、本実施形態においては、背面ガラス基板21の隔壁端部における蛍光体インキの混色を防止する方法として、インキジェットを遮断する方法を示したが、例えば、図17に示すように、背面ガラス基板21上において、隔壁30端部に沿って補助隔壁33を形成しておけば、隔壁30の端部で溝32a、32b、32cは閉じられるので、仮に溝32aに塗布する蛍光体インキが背面ガラス基板21上の隔壁端部付近に付着しても隣接する溝32b、32cに流れ込まないため混色を防止することができる。

【0121】〔実施の形態3〕本実施形態のインキ塗布装置は、上記実施形態2のインキ塗布装置と同様であるが、蛍光体インキを循環させる循環機構に更なる工夫が施されている。図18は、本実施形態のインキ塗布装置における蛍光体インキ循環機構の構成を示す図である。

【0122】この循環機構160は、上記実施形態2の循環機構150と同様、ノズルヘッド112のノズル113から吐出される蛍光体インキを、回収容器151で回収して、回収した蛍光体インキを再びノズルヘッド112に送って循環させるものであるが、回収容器151からノズルヘッド112に到る配管経路に、蛍光体インキを再分散させる分散器161が介挿されている。



【0123】この分散器161は、内部に粒径2mm以下のジルコニアビーズが充填された流通管型のサンドミルであって、回転ディスク163が500rpm以下の回転速度で一定方向に回転することによって、内部を流通する蛍光体インキは、ビーズと共に攪拌されて分散される。循環機構160には、この他に、回収容器151中の蛍光体インキを送る分散器161に送り込む循環ポンプ164、分散器161を通過した蛍光体インキを貯えるサーバ165、サーバ165からノズルヘッド112に蛍光体インキを加圧して供給する加圧ポンプ166が設けられている。

【0124】これによって、回収容器151に回収された蛍光体インキは、分散器161で再分散してからノズルヘッド112から再び吐出される。なお、分散器161としては、この他に、アトマイタやジェットミルなども用いることができる。蛍光体インキを製造してから長時間放置すると蛍光体インキの分散状態が低下する場合がある。また、実施形態2のような循環機構で蛍光体インキを循環させていると、蛍光体インキの分散状態が低下したり二次凝集物が生成する場合もある。そのためノズルが詰まったり、塗布した蛍光体インキの溝32への付着状態が低下することもあるが、本実施形態の循環機構160では、蛍光体インキを吐出直前で再分散されるので、このような問題は解消される。

【0125】このような蛍光体インキの再分散による効果は、インキ循環機構の中で蛍光体インキを再分散させる場合のみならず、一般的に、蛍光体インキを製造してから塗布するまでの条件を設定する際にも適用できる。ここで、蛍光体インキを製造してから塗布するまでの好ましい条件について説明する。図19は、蛍光体インキを製造してから塗布されるまでの工程を示す図である。

【0126】蛍光体インキを製造する際には、蛍光体インキの原料である各色蛍光体粉末と樹脂と溶剤とを混合して分散させる（一次分散）。この一次分散工程において、サンドミルやボールミルやビーズミルのように分散媒体（メディア）を用いる分散器で分散する場合、粒径1.0mm以下のジルコニアビーズをメディアとして用い、3時間以内の短時間でビーズミル分散を行うことが好ましい。これは、蛍光体粉末へのダメージを抑えると共に、不純物の混入（コンタミ）を抑えるためである。

【0127】また、蛍光体インキの粘度は、15～200cps程度に調整し、ノズル径の約1/2以上の大きな凝集物がないようにすることが望ましい。このようにして製造した蛍光体インキを、製造直後にインキ塗布装置にセットして塗布すれば、一次分散で得られた良好な分散状態が塗布時にも保たれているので、再分散しなくても各溝に均一的に塗布でき且つ良好な塗布状態も比較的良好となる。そして、製造直後にインキ塗布装置にセットするために、蛍光体インキの分散装置と、インキ塗布

装置とを、同じ作業場に設定して、製造した蛍光体インキを、そのままインキ塗布装置にセットして塗布するようにするのがよいと考えられる。

【0128】時間的に言えば、蛍光体インキを製造してから、数時間以内、できれば1時間以内に塗布するのが好ましい。一方、蛍光体インキを製造した後、長時間たってからインキ塗布装置にセットして塗布する場合、一次分散してから長時間経過した後に塗布されるので、その間に分散状態が低下したり、二次凝集物ができやすい。従って、これをそのままノズルから塗布しようとすると、各溝に均一的に塗布されにくく、またノズルの目づまりも起こりやすい。

【0129】しかし、製造（一次分散）してから長時間たった蛍光体インキでも、蛍光体インキを二次分散工程で再分散させてからインキ塗布装置にセットして塗布すれば、良好な分散状態で塗布できるので、各溝に均一的に塗布され、またノズルの目づまりも回避できる。二次分散では、二次凝集物を分散させるのが主な目的であるために、大きなせん断力を必要としない。むしろ、弱い力で攪拌する方が蛍光体へのダメージが小さい。

【0130】そのため、粒径2mm以下のジルコニアビーズを用い、6時間以内で500rpm以下の回転速度を与えて再分散させることは有効である。ジルコニアビーズを用いるのは、一次分散の時と同じようにコンタミを避けるためである。このようにして二次分散で調整される蛍光体インキについても、ノズルからの安定した吐出を得るために粘度は15～200cps程度に設定し、ノズル径の約1/2以上の大きな凝集物がないようにすることが望ましい。

【0131】〔実施の形態1～3についての変形例など〕上記実施の形態では、隔壁間の溝に蛍光体インキを直接塗布する例を示したが、隔壁間の溝に反射材インキを塗布して、その上に蛍光体層を形成する場合にも適用できる。即ち、反射層並びに蛍光体層31は、上記のインキ塗布装置を用いて、反射材インキ並びに蛍光体インキを塗布することによって形成する。

【0132】反射材インキは、反射材料とバインダーと溶剤成分とが調合されたものであって、反射材料としては、酸化チタンやアルミナなどの反射率の高い白色粉末を用いることができるが、特に、平均粒径5μm以下の酸化チタンが良好である。上記実施の形態では、AC型のPDPを例にとって説明したが、本発明は、AC型のPDPに限らず、隔壁がストライプ状に配設され、隔壁間に蛍光体層が配設されたPDPを作製するのに広く適用することできる。

【0133】

【実施例】〔実施例1〕実施の形態1に基づいて、蛍光体粒子、樹脂、溶剤の種類及び量などを変えて蛍光体インキを作製し、作製した蛍光体インキを塗布してPDPを作製した。



【0134】

【表1】

試料 番号	蛍光体の種類と粒径 及び蛍光体含有量	樹脂の種類と性質 及び樹脂含有量	混合溶剤と その含有量	分散剤の種類 とその含有量	インキの粘度 (センチポイズ)	蛍光体の側壁 への付着状況	混色状態	パネルの輝度 (cd/m)
1	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0μm 50重量% 赤 (Y,Gd)BO <sub>3</sub> :Eu 3.0μm 60重量% 緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 3.0μm 55重量%	エポキシ含有率 48%の樹脂 青 0.15重量% 赤 0.2重量% 緑 0.45重量%	タビタール- ジバデン 青 49.8重量% 赤 39.7重量% 緑 44.5重量%	ポリビニル 75% 青 0.05重量% 赤 0.1重量% 緑 0.05重量%	30	側壁上部 まで付着	なし	530
2	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.5μm 45重量% 赤 (Y,Gd)BO <sub>3</sub> :Eu 2.5μm 55重量% 緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.5μm 50重量%	エポキシ含有率 50%の樹脂 青 0.3重量% 赤 0.3重量% 緑 0.5重量%	タビタール- ジバデン 青 54.6重量% 赤 44.55重量% 緑 49.4重量%	ポリビニル 高分子 青 0.1重量% 赤 0.15重量% 緑 0.1重量%	20	"	"	545
3	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 0.5μm 35重量% 赤 Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu 0.5μm 35重量% 緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 0.5μm 40重量%	エポキシ含有率 54%の樹脂 青 0.15重量% 赤 0.2重量% 緑 0.3重量%	タビタール- ジバデン 青 64.65重量% 赤 64.5重量% 緑 59.5重量%	ポリビニル 75% 青 0.2重量% 赤 0.3重量% 緑 0.2重量%	500	"	"	552

【0135】

【表2】

29

30

試料 番号	蛍光体の種類と粒径 及び蛍光体含有量	樹脂の種類と性質 及び樹脂含有量	混合溶剤と その含有量	分散剤の種類 とその含有量	インキの粘度 (センチポイズ)	蛍光体の側壁 への付着状況	混色状態	パネルの輝度 (cd/m)
4	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.0μm 50重量%	1,4-ビスの含有率 48%の1,4-ビス	ブチルアルコール 54.35重量%	ポリビニル リン酸ナトリウム塩 0.15重量%	25	側壁上部 まで付着	なし	540
	赤 (Y,Gd)BO <sub>3</sub> :Eu 2.0μm 50重量%	青 0.5重量%	赤 49.45重量%	赤 0.15重量%				
	緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.0μm 45重量%	緑 0.6重量%	緑 54.3重量%	緑 0.1重量%				
5	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 5.0μm 60重量%	1,4-ビスの含有率 50%の1,4-ビス	ブチルアルコール 38.7重量%	ポリビニル リン酸ナトリウム塩 0.1重量%	15	"	"	550
	赤 (Y,Gd)BO <sub>3</sub> :Eu 5.0μm 65重量%	青 1.0重量%	赤 33.85重量%	赤 0.35重量%				
	緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 5.0μm 60重量%	緑 1.5重量%	緑 38.2重量%	緑 0.1重量%				
6	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 0.5μm 40重量%	1,4-ビスの含有率 54%の1,4-ビス	ブチルアルコール 59.5重量%	ポリビニル リン酸ナトリウム塩 0.2重量%	85	"	"	557
	赤 Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu 0.5μm 35重量%	青 0.3重量%	赤 64.45重量%	赤 0.2重量%				
	緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 0.5μm 40重量%	緑 0.45重量%	緑 59.35重量%	緑 0.2重量%				

【0136】

40 【表3】

31

32

試料 番号	蛍光体の種類と粒径 及び蛍光体含有量	樹脂の種類と性質 及び樹脂含有量	混合溶剤と その含有量	分散剤の種類 とその含有量	インキの粘度 (センチポイズ)	蛍光体の側壁 への付着状況	混色状態	パネルの輝度 (cd/m)
7	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0μm 50重量%	ポリシリケート 青 1.5重量% 赤 1.4重量% 緑 1.2重量%	タビ・タリとタリ の混合液 青 48.4重量% 赤 38.5重量% 緑 43.7重量%	グ・タリ・タリ 青 0.1重量% 赤 0.1重量% 緑 0.1重量%	100	側壁上部 まで付着	なし	538
	赤 (YCd)BO <sub>3</sub> :Eu 3.0μm 60重量%							
	緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 3.0μm 55重量%							
8	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.0μm 45重量%	ポリシリケート 青 1.0重量% 赤 0.9重量% 緑 0.8重量%	タビ・タリとタリ の混合液 青 53.85重量% 赤 43.95重量% 緑 49.05重量%	高分子不飽和 脂肪酸 青 0.1重量% 赤 0.15重量% 緑 0.15重量%	150	"	"	545
	赤 (YCd)BO <sub>3</sub> :Eu 2.0μm 55重量%							
	緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.0μm 50重量%							
9	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 1.5μm 40重量%	ポリシリケート 青 0.7重量% 赤 0.6重量% 緑 0.5重量%	タビ・タリとタリ の混合液 青 59.1重量% 赤 49.1重量% 緑 54.2重量%	高分子 脂肪酸 青 0.2重量% 赤 0.3重量% 緑 0.3重量%	400	"	"	550
	赤 Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu 1.5μm 50重量%							
	緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 1.5μm 45重量%							

【0137】

40 【表4】

試料 番号	蛍光体の種類と粒径 及び蛍光体含有量	樹脂の種類と性質 及び樹脂含有量	混合溶剤と その含有量	分散剤の種類 とその含有量	インキの粘度 (センチポイズ)	蛍光体の側壁 への付着状況	混色状態	パネルの輝度 (cd/m <sup>2</sup> )
10*	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 30μm 50重量% 赤 (Y,Gd)BO <sub>3</sub> :Eu 30μm 50重量% 緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 30μm 50重量%	7711樹脂 青 13.95重量% 赤 13.95重量% 緑 13.95重量%	ケビセキ 青 36重量% 赤 36重量% 緑 36重量%	グリセリルトリオレート 青 0.05重量% 赤 0.1重量% 緑 0.05重量%	25	側壁上部 まで付着	なし	480
11*	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.5μm 45重量% 赤 (Y,Gd)BO <sub>3</sub> :Eu 2.5μm 55重量% 緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.5μm 50重量%	1エチル基の含有率 50%の1エチル基 青 0.3重量% 赤 0.3重量% 緑 0.5重量%	ケビセキ 青 54.7重量% 赤 44.7重量% 緑 49.5重量%	なし	45	"	"	475
12*	青 BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 60重量% 赤 Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu 60重量% 緑 Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 60重量%	エチルセリトリオール 青 40重量% 赤 40重量% 緑 40重量%	水 青 36重量% 赤 36重量% 緑 36重量%	なし	100	"	"	460

【0138】表1, 2, 3のNo. 1~9は、実施例に関するものであって、0.2mm~2mmのジルコニアボールを用いたサンドミルで分散することによって蛍光体インキを作製した。蛍光体の粒径、樹脂の種類と量、溶剤の種類と量、界面活性剤、分散剤の種類と量、蛍光体インキの塗布時の粘度（25℃でせん断速度が100 s<sup>-1</sup>における粘度）等については、表1~3に示す通りである。

【0139】実施例のPDPを作製する上で、背面ガラス基板21における隔壁30のピッチは0.15mmに、高さは0.15mmに設定した。蛍光体層は、各色

40 蛍光体インキを各溝の上部まで充填されるよう塗布した後、500℃で10分間焼成することによって形成した。封入する放電ガスは、10%のキセノン（Xe）ガスを含むネオン（Ne）ガスを用い、封入圧力500 Torrとした。

【0140】一方、表4の試料No. 10~12は比較例に関するものであって、蛍光体インキを作製する上で、試料No 10では、アクリル樹脂と分散剤（グリセリルトリオレート）とを組み合わせで配合し、試料No. 11では、エトキシ基の含有量が50%のエチルセルロースとターピネオールを組み合わせで分散剤は添加

していない。また、試料No. 12では、ポリビニルアルコールと水とを組み合わせているが、分散剤は入っていない。それ以外は、実施例の試料No. 1～9と同様に設定して比較例のPDPを作製した。

【0141】比較テスト：そして、作製した各PDPについて、蛍光体の隔壁側面への付着状態、混色の有無、パネル輝度を測定した。混色の有無については、PDPを色毎に発光させその発光色を測定することによって判定した。

【0142】その結果、実施例及び比較例の何れのPDPにおいても、隔壁側面の上部にまで蛍光体が付着しており、混色の発生も見られなかった。パネル輝度については、PDPを放電維持電圧150V周波数30KHzで駆動し、パネル輝度計で測定した。その結果は、表1～4に示す通りである。なお、これらのPDPを駆動したときに発生する紫外線の波長についても調べたところ、主として173nmを中心とするXeの分子線による励起波長が観察された。

【0143】また、各作製した蛍光体インキについて、ノズルから長時間連続的に吐出させる実験も行った。その結果、実施例の蛍光体インキは、いずれも100時間連続して吐出させることが可能であったが、比較例の蛍光体インキは、8時間以内でノズルに目詰まりが生じた。

考察；表1～4に示すように、輝度については、実施例（No. 1～9）のパネル輝度は530cd/m<sup>2</sup>以上であって、比較例（No. 10～12）のパネル輝度（460～480cd/m<sup>2</sup>）に比べて優れている。これは、実施例のPDPの方が比較例のPDPと比べて、溝の底面に対して隔壁側面に付着している蛍光体層の割合が大きいためと考えられる。

【実施例2】本実施例（試料No. 21, 22）では、赤（Y, Gd）BO<sub>3</sub>:Eu、青BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、緑ZnSiO<sub>4</sub>:Mnの各色蛍光体粒子の表面に、負に帯電する酸化物（SiO<sub>2</sub>）粒子を付着（コーティング）させた蛍光体インキを用いる。

【0144】

【表5】

試料番号	蛍光体の種類と粒径及び、蛍光体の含有量	樹脂の種類と性質及び樹脂含有量	溶剤とその含有量	ノズルからの連続吐出可能時間	インク粘度(100s-1)センチポイズ	蛍光体の隔壁への付着状態	パネルの輝度cd/m <sup>2</sup>
21	粒径0.2μmのSiO <sub>2</sub> を蛍光体重量に対し0.1%フリンジ BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0μm 50重量% Y(Gd)BO <sub>3</sub> :Eu 3.0μm 50重量% ZnSiO <sub>4</sub> :Mn 3.0μm 50重量%	エポキシ含有量50%のエポキシ 青 0.5重量% 赤 0.2重量% 緑 2.0重量%	タービネール ベタジネール(1/1) 青 49.5重量% 赤 49.8重量% 緑 48.0重量%	100時間連続可能	70	側壁上部まで付着	558
22	粒径0.05μmのSiO <sub>2</sub> を蛍光体重量に対し0.05%フリンジ BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0μm 50重量% Y(Gd)BO <sub>3</sub> :Eu 3.0μm 50重量% ZnSiO <sub>4</sub> :Mn 3.0μm 50重量%	エポキシ含有量50%のエポキシ 青 0.5重量% 赤 0.2重量% 緑 2.0重量%	タービネール ベタジネール(1/1) 青 49.5重量% 赤 49.8重量% 緑 48.0重量%	100時間連続可能	150	側壁上部まで付着	550

【0145】蛍光体粒子の表面にSiO<sub>2</sub>粒子を付着させる方法は、先づ、各色蛍光体の懸濁液と、SiO<sub>2</sub>粒子（粒子径は蛍光体粒子の1/10以下）の懸濁液とを作製し、作製した両懸濁液を混合攪拌した後、吸引濾過して、125℃以上で乾燥後、350℃で焼成することによって行った。このようにSiO<sub>2</sub>粒子を付着させた  
50 蛍光体粒子と、エチルセルロースからなる樹脂成分と、

タービネオールとペンタンジオールとの混合溶媒（1／1）を、表5に示す割合で混合し、ジェットミルで混合分散して、蛍光体インキを作製した。混合分散時には、混合溶液に加わる圧力は10Kgf/cm<sup>2</sup>～200Kgf/cm<sup>2</sup>の範囲に調整した。

【0146】このように作製した蛍光体インキを、表5に示す粘度に調整して塗布し、それ以外の条件については実施例1と同様にして、PDPを作製した。作製したPDPについて、上記実施例1と同様に、隔壁側面への蛍光体の付着状態、混色の有無、パネル輝度を測定し

た。その結果、いずれも隔壁の上部にまで蛍光体が付着し、混色の発生もなかった。

【0147】また、パネル輝度は表5に示すとおり良好であった。また、試料No. 21、22のいずれの蛍光

体インキにおいても、連続的に100時間以上塗布してもノズルの目づまりは発生しなかった。

【0148】

【実施例3】本実施例では、蛍光体インキに、分散剤及び除電物質として様々な界面活性剤を添加する実施例（試料No. 31～37）、並びに除電物質として導電性微粒子を添加する実施例（試料No. 38～42）を示す。また、この中で、試料No. 31～34は、蛍光体の表面にZnO、MgOといった酸化物を付着させた実施例でもある。

【0149】なお、試料No. 43は、除電物質を添加していない例である。

【0150】

【表6】

10

試料 番号	蛍光体の種類と粒径 及びインキ中の蛍光体含有量	蛍光体への 付着材料	樹脂の 種類	インキ中の 樹脂含有量	溶剤の種類	インキ中の 溶剤含有量
31	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0μm 50重量% 赤: (Y <sub>2</sub> Gd <sub>3</sub> )BO <sub>3</sub> :Eu 3.0μm 60重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 3.0μm 50重量%	粒径0.2 μmのMg Oを蛍光体 に対して 0.3重量 %付着	エトキシ 基の含有 率が49 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.3 重量% 赤: 0.2 重量% 緑: 1.5 重量%	タービネオ ールと ブチルカル ビトールア セテート (1/1)	青: 49.0 重量% 赤: 39.0 重量% 緑: 48.0 重量%
32	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.5μm 45重量% 赤: (Y <sub>2</sub> Gd <sub>3</sub> )BO <sub>3</sub> :Eu 2.5μm 55重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.5μm 50重量%	粒径0.1 5μmのM gOを蛍光 体に対して 0.1重量 %付着	エトキシ 基の含有 率が50 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.4 重量% 赤: 0.3 重量% 緑: 1.5 重量%	タービネオ ールと ペンタンジ オール (1/1)	青: 54.0 重量% 赤: 44.7 重量% 緑: 48.0 重量%
33	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 0.5μm 35重量% 赤: Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu 0.5μm 35重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 0.5μm 40重量%	粒径0.0 5μmのM gOを蛍光 体に対して 1.0重量 %付着	エトキシ 基の含有 率が54 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.15 重量% 赤: 0.2 重量% 緑: 0.3 重量%	タービネオ ールと ブチルカル ビトールア セテート (1/1)	青: 64.8 重量% 赤: 64.0 重量% 緑: 59.0 重量%
34	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.0μm 50重量% 赤: (Y <sub>2</sub> Gd <sub>3</sub> )BO <sub>3</sub> :Eu 2.0μm 50重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.0μm 45重量%	粒径0.2 μmのZn Oを蛍光体 に対して 0.3重量 %付着	エトキシ 基の含有 率が50 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.5 重量% 赤: 0.4 重量% 緑: 0.5 重量%	ブチルカル ビトールア セテートと ペンタンジ オール (1/1)	青: 49.0 重量% 赤: 49.0 重量% 緑: 54.0 重量%
35	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0μm 50重量% 赤: (Y <sub>2</sub> Gd <sub>3</sub> )BO <sub>3</sub> :Eu 3.0μm 60重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 3.0μm 50重量%	なし	エトキシ 基の含有 率が49 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.5 重量% 赤: 0.5 重量% 緑: 1.0 重量%	タービネオ ールと ブチルカル ビトールア セテート (1/1)	青: 49.5 重量% 赤: 39.5 重量% 緑: 45.5 重量%
36	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.5μm 50重量% 赤: (Y <sub>2</sub> Gd <sub>3</sub> )BO <sub>3</sub> :Eu 2.5μm 55重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.5μm 50重量%	なし	エトキシ 基の含有 率が50 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.4 重量% 赤: 0.3 重量% 緑: 0.5 重量%	タービネオ ールと ペンタンジ オール (1/1)	青: 49.0 重量% 赤: 44.3 重量% 緑: 49.0 重量%
37	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.0μm 50重量% 赤: Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu 2.0μm 55重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.0μm 52重量%	なし	エトキシ 基の含有 率が54 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.5 重量% 赤: 0.5 重量% 緑: 0.5 重量%	タービネオ ールと ブチルカル ビトールア セテート (1/1)	青: 49.0 重量% 赤: 44.0 重量% 緑: 47.0 重量%

【0151】

【表7】



試料 番号	蛍光体の種類と粒径 及びインキ中の蛍光体含有量	蛍光体への 付着材料	樹脂の 種類	インキ中の 樹脂含有量	溶剤の種類	インキ中の 溶剤含有量
38	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.0 $\mu$ m 50重量% 赤: (Y <sub>2</sub> Gd <sub>3</sub> )BO <sub>3</sub> :Eu 2.0 $\mu$ m 50重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.0 $\mu$ m 45重量%	なし	エトキシ 基の含有 率が50 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.5 重量% 赤: 0.4 重量% 緑: 0.6 重量%	ブチルカル ビトールア セテートと ペンタンジ オール (1/1)	青: 48.5 重量% 赤: 48.6 重量% 緑: 53.4 重量%
39	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0 $\mu$ m 50重量% 赤: (Y <sub>2</sub> Gd <sub>3</sub> )BO <sub>3</sub> :Eu 3.0 $\mu$ m 60重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 3.0 $\mu$ m 53重量%	なし	エトキシ 基の含有 率が49 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.5 重量% 赤: 0.5 重量% 緑: 0.5 重量%	ターピネオ ールと ブチルカル ビトールア セテート (1/1)	青: 48.5 重量% 赤: 38.5 重量% 緑: 45.5 重量%
40	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.5 $\mu$ m 50重量% 赤: (Y <sub>2</sub> Gd <sub>3</sub> )BO <sub>3</sub> :Eu 2.5 $\mu$ m 55重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.5 $\mu$ m 50重量%	なし	エトキシ 基の含有 率が50 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.5 重量% 赤: 0.5 重量% 緑: 0.5 重量%	ターピネオ ールと ペンタンジ オール (1/1)	青: 49.4 重量% 赤: 49.4 重量% 緑: 49.4 重量%
41	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.0 $\mu$ m 50重量% 赤: Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu 2.0 $\mu$ m 55重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.0 $\mu$ m 50重量%	なし	エチレン オキサイ ドポリマ ー	青: 0.5 重量% 赤: 0.5 重量% 緑: 0.5 重量%	ターピネオ ールと ブチルカル ビトールア セテート (1/1)	青: 49.4 重量% 赤: 49.4 重量% 緑: 49.4 重量%
42	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 2.0 $\mu$ m 50重量% 赤: (Y <sub>2</sub> Gd <sub>3</sub> )BO <sub>3</sub> :Eu 2.0 $\mu$ m 50重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 2.0 $\mu$ m 45重量%	なし	エトキシ 基の含有 率が50 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.5 重量% 赤: 0.5 重量% 緑: 0.5 重量%	ブチルカル ビトールア セテートと ペンタンジ オール (1/1)	青: 49.4 重量% 赤: 49.4 重量% 緑: 54.4 重量%
43	青: BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0 $\mu$ m 50重量% 赤: Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu 3.0 $\mu$ m 60重量% 緑: Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 3.0 $\mu$ m 50重量%	なし	エトキシ 基の含有 率が49 %のエチ ルセルロ ース	青: 0.5 重量% 赤: 0.2 重量% 緑: 1.5 重量%	ターピネオ ールと ブチルカル ビトールア セテート (1/1)	青: 49.7 重量% 赤: 39.8 重量% 緑: 48.5 重量%

【0152】

【表8】

試料 番号	除電物質の種類	除電物質の 添加量	インキ粘度 センチポイズ	パネル輝度 cd/m <sup>2</sup>	筋むらの 発生
31	リン酸エステル系 (陰イオン系)  ブライサーフ A207H (第一工業製薬)	青: 0.7 重量% 赤: 0.8 重量% 緑: 0.5 重量%	25	531	なし
32	ラウリルベタイン (陰イオン系)  アンヒトール 24B (花王)	青: 0.6 重量% 赤: 0.7 重量% 緑: 0.5 重量%	20	545	なし
33	ポリカルボン酸高分子 (陰イオン系)  ホモゲノール L100 (花王)	青: 0.05 重量% 赤: 0.8 重量% 緑: 0.7 重量%	80	541	なし
34	ポリオキシエチレン アルキルアミン (非イオン系) アミート 105 (花王)	青: 0.5 重量% 赤: 0.6 重量% 緑: 0.4 重量%	10	547	なし
35	アルキルリン酸塩 (陰イオン系)	青: 0.5 重量% 赤: 0.5 重量% 緑: 0.5 重量%	28	548	なし
36	(陽イオン系)  コータミン 24P	青: 0.6 重量% 赤: 0.4 重量% 緑: 0.5 重量%	24	543	なし
37	ステアリルベタイン (陽イオン系)  アンヒトール 86B (花王)	青: 0.5 重量% 赤: 0.5 重量% 緑: 0.5 重量%	30	547	なし

【0153】

【表9】

試料 番号	導電性微粒子の 種類・粒径	導電性微粒子の 添加量	インキ粘度 センチポイズ	パネル輝度 cd/m <sup>2</sup>	筋むらの 発生
38	SnO <sub>2</sub> 粒径0.05 μm	青: 1.0 重量% 赤: 1.0 重量% 緑: 1.0 重量%	100	530	なし
39	InO <sub>3</sub> 粒径0.05 μm	青: 1.0 重量% 赤: 1.0 重量% 緑: 1.0 重量%	250	543	なし
40	グラファイト 粒径0.01 μm	青: 0.1 重量% 赤: 0.1 重量% 緑: 0.1 重量%	352	535	なし
41	カーボン 粒径0.01 μm	青: 0.1 重量% 赤: 0.1 重量% 緑: 0.1 重量%	49	530	なし
42	Ag 粒径0.01 μm	青: 0.1 重量% 赤: 0.1 重量% 緑: 0.1 重量%	48	545	なし
43	なし		30	465	あり

【0154】各実施例で用いた蛍光体インキの蛍光体の種類と粒径と量、蛍光体に付着させる酸化剤の種類と量、樹脂の種類と量、溶剤の種類と量等については、表6、7に示す通りである。また、界面活性剤及び除電物質の種類、添加量、蛍光体インキの塗布時の粘度（25℃でせん断速度が100 sec<sup>-1</sup>における粘度）については、表8、9に示す通りである。そして、ノズル径50 μmのノズルを用い、ノズル先端と背面ガラス基板と距離を1 mmに保って走査しながら蛍光体インキを吐出して蛍光体インキを塗布し、その他は実施例1と同様の条件でPDPを作製した。

【0155】なお、本実施例では、蛍光体インキの塗布

面に対する濡れを良くするために、蛍光体インキを塗布する前に、隔壁付き背面ガラス基板の表面をエキシマランプ（中心波長172 nm）で10秒～1分間照射し、蛍光体層の焼成後にも、蛍光体層中に残存するバインダーや残滓を除去するために、蛍光体層を形成した背面ガラス基板の表面を、エキシマランプ（中心波長172 nm）で10秒～1分間照射した。

【0156】作製した各PDPについて、それを駆動したときのパネル輝度、並びに筋むら発生の有無も測定した。パネル輝度については、PDPを放電維持電圧150 V周波数30 KHzで駆動し、パネル輝度計で測定したものである。筋むらについては、PDP画面全体を白

表示し、肉眼で筋むらの有無を観察した。

【0157】なお、これらのPDPを駆動したときに発生する紫外線の波長についても調べたところ、主として173nmを中心とするXeの分子線による励起波長が観察された。これらの結果は、表8、9に示されている。表8、9に示すように、試料No. 31~42は、試料No. 43の輝度と比べて、高い輝度が得られている。また、試料No. 43では、筋むらが発生したのに対して、試料No. 31~42では、筋むらの発生はなかった。

【0158】また、作製した各PDPについて、蛍光体層を観察したところ、いずれも蛍光体の混色は見られなかったが、蛍光体層の形状については、試料No. 43よりも試料No. 31~42の方が、隔壁の側面に対する蛍光体の付着は良好であった。

考察：このような輝度及び筋むらについてのテスト結果は、蛍光体インキに除電物質を添加した試料No. 31~42の方が、蛍光体インキに除電物質を添加しなかった試料No. 43よりも、蛍光体インキが隔壁側面上と溝底面上とにバランスよく均一的に塗布されたために生じたものと考えられる。

【0159】

【実施例4】〔一次分散に関する実施例〕実施の形態3に基づいて、表10に示すように、インキ製造時（一次分散時）における分散方法（ビーズの種類、粒径、および分散時間）をいろいろと変えて、各色蛍光体インキを製造した。

【0160】

【表10】

蛍光体の種類・粒径	インキ組成	分散方法	分散媒	輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	分散後の 蛍光体の 粒径(μm)	備考
YGdBO <sub>3</sub> :Eu 3.0 μm	蛍光体:60wt% 溶剤:39wt% エチルセルロース:1wt%	ビーズミル 60分	ガラスビーズ:2mm	247	1.5	Na, Ca, Siのコンタミなし
			シリカ:0.2mm	302	2.3	コンタミなし
			シリカ:2mm	291	1.8	コンタミなし
Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 3.0 μm	蛍光体:60wt% 溶剤:39wt% エチルセルロース:1wt%	ビーズミル 60分	ガラスビーズ:2mm	495	1.0	Na, Ca, Siのコンタミなし
			シリカ:0.2mm	576	1.8	コンタミなし
			シリカ:2mm	512	1.5	コンタミなし
BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0 μm	蛍光体:60wt% 溶剤:39wt% エチルセルロース:1wt%	ビーズミル 60分	ガラスビーズ:2mm	81.2	1.3	Na, Ca, Siのコンタミなし
			シリカ:0.2mm	88.0	2.1	コンタミなし
			シリカ:2mm	86.4	1.7	コンタミなし
YGdBO <sub>3</sub> :Eu 3.0 μm	蛍光体:60wt% 溶剤:39wt% エチルセルロース:1wt%	ビーズミル:15分	シリカ:0.2mm	320	3.0	凝集物:あり
		ビーズミル:30分	シリカ:0.2mm	318	3.0	凝集物:なし
		ビーズミル:60分	シリカ:0.2mm	302	2.3	凝集物:なし
Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 3.0 μm	蛍光体:60wt% 溶剤:39wt% エチルセルロース:1wt%	ビーズミル:15分	シリカ:0.2mm	582	3.0	凝集物:あり
		ビーズミル:30分	シリカ:0.2mm	281	2.9	凝集物:なし
		ビーズミル:60分	シリカ:0.2mm	276	1.8	凝集物:なし
BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0 μm	蛍光体:60wt% 溶剤:39wt% エチルセルロース:1wt%	ビーズミル:15分	シリカ:0.2mm	89.0	3.0	凝集物:あり
		ビーズミル:30分	シリカ:0.2mm	89.2	3.0	凝集物:なし
		ビーズミル:60分	シリカ:0.2mm	88.0	2.1	凝集物:なし

【0161】各蛍光体インキでは、平均粒径3 μmの各色蛍光体粉末を60wt%、エチルセルロースを1wt%、溶剤としてターピネオール及びリモネンの混合溶剤を用いた。そして、製造した蛍光体インキについて、輝度評価、蛍光体粉末の粒径測定（一次分散後の蛍光体粒径測定）、凝集物の有無の評価を行った。

【0162】輝度の評価においては、分散後の蛍光体インキを大気中にて500℃で焼成して蛍光体層を形成し、これを真空チャンバ内に入れ、エキシマランプで真空紫外光を照射したときに発生する励起発光を輝度計で測定した。各評価結果は、表10に示す通りである。表

50 10の評価結果から、赤、緑、青の各色とも、分散媒体

51

としてガラスビーズを用いると、ジルコニアビーズを用いた場合と比べて輝度が低下していることがわかる。また分散媒体としてガラスビーズを用いたものは、ナトリウム(Na)、カルシウム(Ca)、けい素(Si)の成分が多く検出されている。

【0163】このように分散媒体としてガラスビーズを用いた場合の方が輝度が低いのは、分散時にせん断力を付加する際にガラスビーズに強い衝撃が加えられることにより、ガラス成分が不純物(コンタミ)としてインキ中に混入し、これが発光キラーになるためと考えられる。また、表10の評価結果から、用いる分散媒体の種類は同じ場合でも、その粒径や分散時間が変われば輝度が変化することがわかる。これは、同じせん断力を付加させた場合でも、分散媒体の粒径が異なると衝突係数が

52

異なり、また、分散時間が異なると蛍光体粉末への衝突回数が異なるためと考えられる。

【0164】また表10の結果から、分散後の蛍光体粒径は、分散前よりも小さくなっている。これより、蛍光体粉末は分散によって粉碎されたり、界面状態が劣化したりすることがわかる。

〔二次分散に関する実施例〕次に、作製した各色蛍光体インキに対して、一時分散後72時間放置した後、二次分散を行った。この二次分散に際して、表11に示すように、分散媒体としてのジルコニアビーズの粒径や分散時間をいろいろ変えて行った。

【0165】

【表11】

53

54

色	蛍光体の種類・粒径	インキ組成	一次分散	一次分散後の輝度(cd/m <sup>2</sup> )	二次分散	ジルコニアビーズ径(mm)	輝度(cd/m <sup>2</sup> )	分散後の蛍光体の粒径(μm)	凝集物の有無
赤	YCdBO <sub>3</sub> :Eu 3.0 μm	蛍光体:60wt% 溶剤:39wt% イソブチルアクリレート:1wt%	ビーズ径 30分 ジルコニア 0.2mm	316 粒径:3.0 μm	ボールミル 30分	0.2	317	3.0	あり
						1	316	3.0	あり
						2	314	3.0	あり
緑	Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn 3.0 μm	蛍光体:60wt% 溶剤:39wt% イソブチルアクリレート:1wt%	ビーズ径 30分 ジルコニア 0.2mm	581 粒径:3.0 μm	ボールミル 1時間	0.2	318	3.0	あり
						1	315	3.0	あり
						2	315	3.0	なし
青	BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu 3.0 μm	蛍光体:60wt% 溶剤:39wt% イソブチルアクリレート:1wt%	ビーズ径 30分 ジルコニア 0.2mm	89.2 粒径:3.0 μm	ボールミル 3時間	0.2	313	3.0	あり
						1	312	3.0	少々
						2	314	3.0	なし

【0166】そして、二次分散後の各蛍光体インキについて、輝度評価、蛍光体粉末の粒径測定（一次分散後の蛍光体粒径測定）、凝集物の有無の評価を行った。各評価結果は表11に示す通りである。表11から明らかに、二次分散における分散時間が1時間未満の場合には、赤、緑、青の各色とも蛍光体インキに凝集物が残っているが、分散時間を長くすると凝集物は見られなく

なっている。また、分散時間を長くした場合にも、蛍光体粒子の粒径には変化は見られない。

【0167】これより、分散媒体にジルコニアを用いて二次分散することにより、蛍光体粒子自体が粉碎されることなく、凝集物を分散できることが分かる。また、表11から、分散時間を長くしても輝度の低下が見られないことがわかる。これより、分散媒体にジルコニアを用



いて二次分散すると、蛍光体表面へのダメージも少ない状態で分散できることがわかる。

#### 【0168】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ノズルから蛍光体インキを連続的に吐出させながら、プレートに配設された隔壁間の溝に沿って相対的に走査することによって蛍光体インキを塗布する際に、各溝に関する位置情報に基づいてノズルが通過する溝内の位置を調整しながら行うようすることによって、溝が彎曲しているような場合でも、ノズルが常に溝の中央部を通るよう

に走査することができるので、各溝に蛍光体インキを均一的に塗布し、且つ各溝内の底と隔壁側面とにバランスよく付着させることができる。

【0169】また、ノズルから蛍光体インキを連続的に吐出させながら、プレートに配設された隔壁間の溝に沿って相対的に走査することによって蛍光体インキを塗布する際に、各溝の幅を溝長手方向にわたって測定し、測定した溝幅に応じて、隔壁長さ当たりに塗布する蛍光体インキ量を調整しながら蛍光体インキをノズルから吐出させるようにした。これによって、溝幅にばらつきがあ

ったり、溝の中で幅が変動しているような場合でも、蛍光体インキを均一的に塗布することができる。

【0170】また、蛍光体インキを複数の溝に順次塗布する際に、ノズルが溝上から外れた位置にあるときにもノズルから蛍光体インキを連続して吐出する状態を維持しながら塗布するようにすることによって、ノズル出口付近における蛍光体インキの付着を防止できるので、安定したインキジェットの流れを得ることができるので、複数の溝に対して、均一的に蛍光体インキを塗布することができる。

【0171】また、ノズルから蛍光体インキを連続的に吐出させる前に、インキを分散器で再分散させることによって、塗布される蛍光体インキの分散性が向上するので、蛍光体インキを、各溝内の底と隔壁側面とにバランスよく付着させることができる。また、PDPの製造に用いる蛍光体インキにおいて、平均粒径が0.5～5μmの蛍光体粉末、OH基を末端に持つ溶剤であるターピネオール、ブチルカービトールアセテート、ブチルカルビトール、ペンタンジオール、リモネン等の混合溶剤を用いると共に、バインダーとして、セルロース分子内のエトキシ基(—OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)含有量が49%以上のエチルセルロース、或はエチレンオキサイド系ポリマーを用い、更に分散剤を添加することによっても、隔壁間の溝に充填された蛍光体インキは、隔壁側面にもよく付着し、蛍光体インキを、各溝内の底と隔壁側面とにバランスよく付着させることができる。

【0172】また、このような蛍光体インキにおいて、除電物質を添加することによって、精細な構造のPDPの場合でも、隔壁間の溝に均一的に蛍光体インキを塗布することができ、また出来上がったPDPを駆動したと

きに筋むらが発生することもほとんどなくなる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態に係る交流面放電型PDPを示す斜視図である。

【図2】上記PDPに回路ブロックを実装した表示装置の構成図である。

【図3】実施の形態1にかかるインキ塗布装置の概略構成図である。

【図4】実施の形態1にかかるインキ塗布装置の溝位置検出で得られた画像データを模式的に示す図である。

【図5】図4の部分拡大図、及び検索ラインL1上の各位置における輝度を模式的に示すグラフである。

【図6】図4の部分拡大図の一例である。

【図7】ノズルが溝の中央部からはずれた場合の塗布状況、及び形成された蛍光体層の様子を示す図である。

【図8】蛍光体インキを溝に塗布した後、蛍光体層が形成される様子を模式的に示す図である。

【図9】蛍光体インキ中の樹脂バインダーの濃度と、形成される蛍光体層形状との関係を模式的に示す図である。

【図10】本発明にかかる蛍光体インキと、従来のスクリーン印刷などに用いるインキとで、粘度を比較したグラフである。

【図11】ノズルからの蛍光体インキの吐出状況を示す図である。

【図12】実施の形態2にかかるインキ塗布装置を示す斜視図である。

【図13】上記インキ塗布装置の正面図（一部断面）である。

【図14】図12に示すノズルヘッドユニットの拡大図である。

【図15】上記インキ塗布装置において、ノズルヘッドが背面ガラス基板上を走査される様子を示す図である。

【図16】上記インキ塗布装置の溝位置検出で得られた画像データの部分拡大図の一例である。

【図17】実施の形態2にかかる一変形例を示す図である。

【図18】実施の形態3のインキ塗布装置における蛍光体インキ循環機構の構成を示す図である。

【図19】蛍光体インキを製造してから塗布されるまでの工程を示す図である。

#### 【符号の説明】

- 10 前面パネル
- 20 背面パネル
- 21 背面ガラス基板
- 30 隔壁
- 31 蛍光体層
- 32 溝
- 33 補助隔壁
- 50 インキ塗布装置

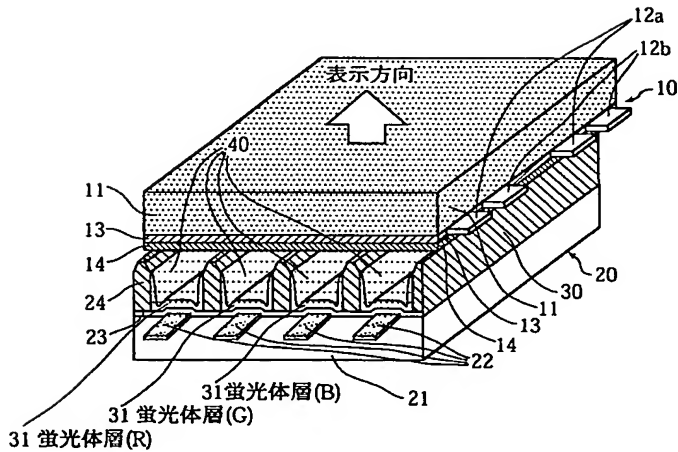
57

- 51 インキサーバ
- 52 加圧ポンプ
- 53 ノズルヘッド
- 54 ノズル
- 55 溝検出用ヘッド
- 56 基板載置台
- 100 装置本体
- 101 本体ベース
- 103 基板載置台
- 110 ノズルヘッドユニット
- 112 ノズルヘッド
- 112a 回転軸

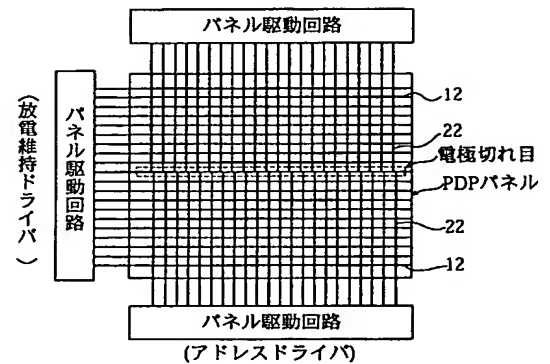
58

- 113 ノズル
- 115 回転駆動機構
- 116 ジェット遮蔽機構
- 120 撮像ユニット
- 150 循環機構
- 151 回収容器
- 152 加圧ポンプ
- 154 インキ補充器
- 160 循環機構
- 161 分散器
- 164 循環ポンプ

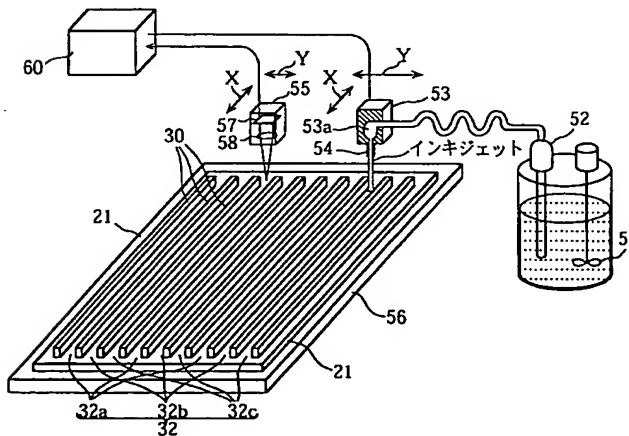
【図1】



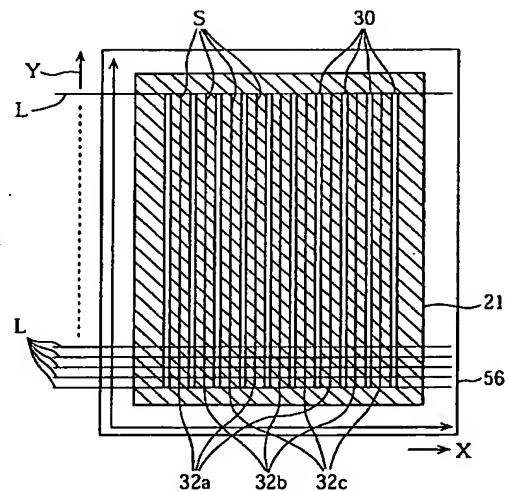
【図2】



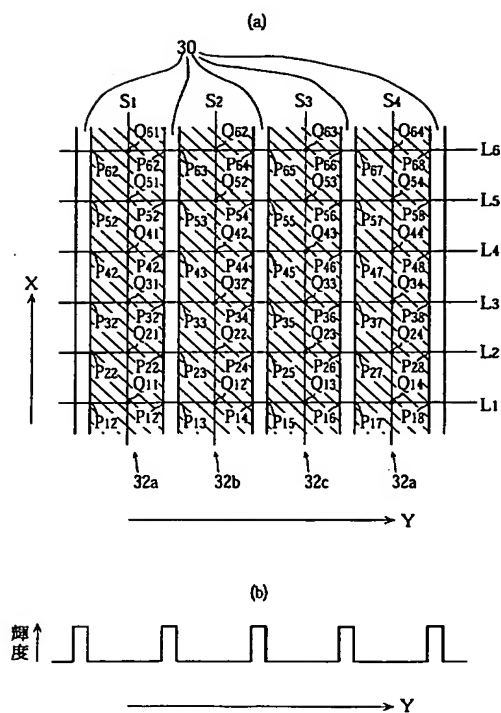
【図3】



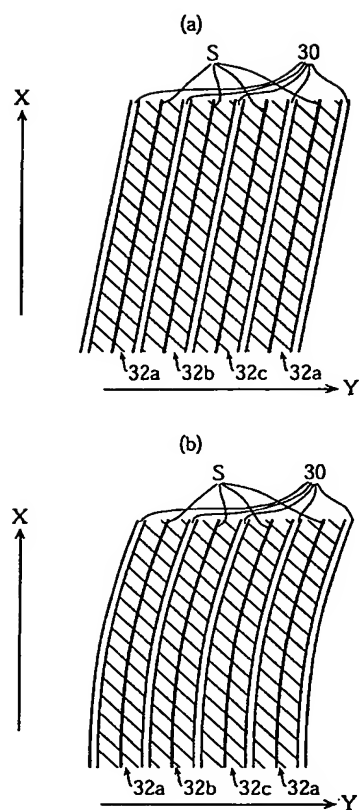
【図4】



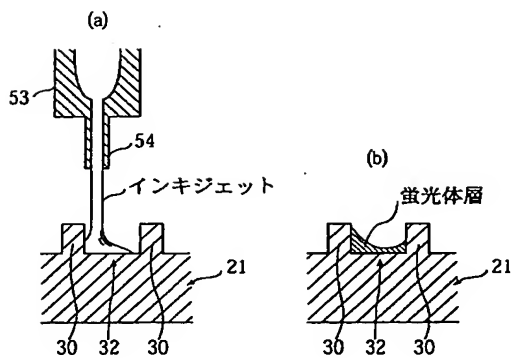
【図5】



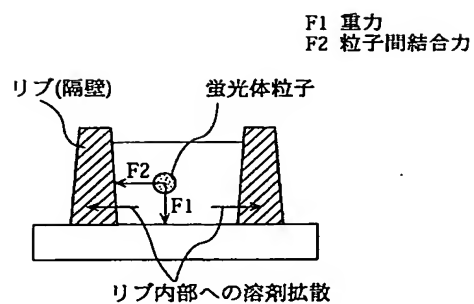
【図6】



【図7】



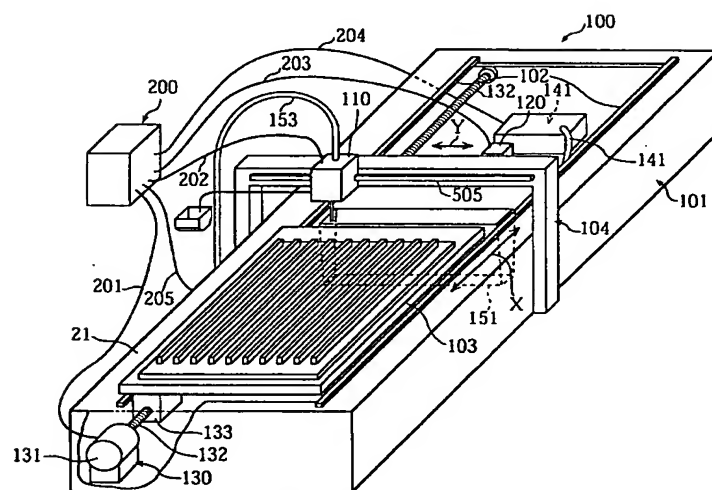
【図8】



【图 10】

Figure 1 is a graph showing the relationship between viscosity (CPS) on the y-axis and shear rate (S<sup>-1</sup>) on the x-axis. The y-axis is logarithmic, ranging from 10<sup>2</sup> to 10<sup>4</sup> CPS. The x-axis is logarithmic, ranging from 10 to 10<sup>3</sup> S<sup>-1</sup>. Two curves are plotted: the upper curve is labeled 'スクリーン印刷用インク' (Screen printing ink) and the lower curve is labeled '本発明に用いるインク' (Ink used in the present invention). Both curves show a decrease in viscosity as the shear rate increases, with the present invention's ink having a lower viscosity across the entire range.

【图 12】



【图 17】

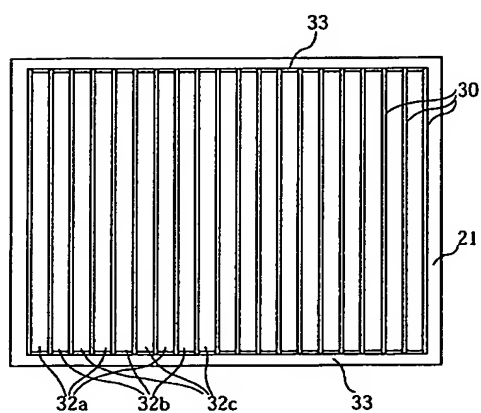
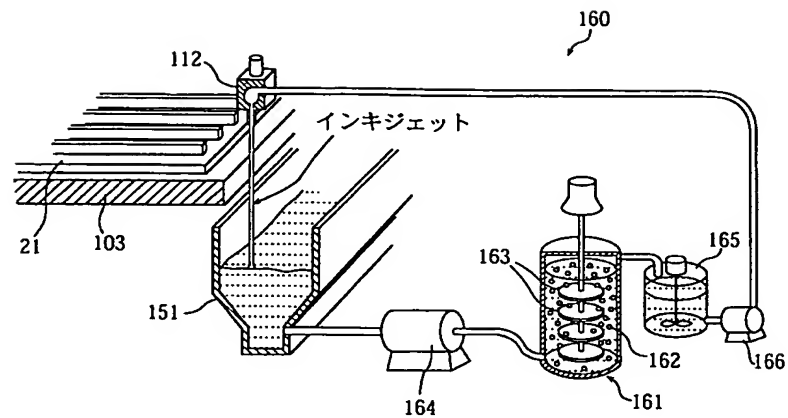
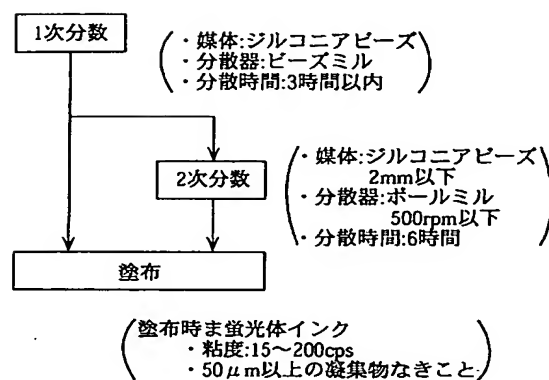


Figure 1 is a schematic diagram of a grid system for a curved surface. The grid is defined by vertical lines labeled S1 through S7 and diagonal lines labeled K1 through K8. Points of intersection are labeled M1 through M8. A coordinate system (X, Y) is shown at the bottom left. Angles  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ , and  $\theta_3$  are indicated at the bottom left. Labels 32a, 32b, and 32c are at the bottom right.

【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード(参考)

B 4 1 M 5/00

B 4 1 M 5/00

E 5 C 0 4 0

C 0 9 D 11/00

C 0 9 D 11/00

C 0 9 K 11/02

C 0 9 K 11/02

Z

11/08

11/08

G

H 0 1 J 11/02

H 0 1 J 11/02

B

(31) 優先権主張番号 特願平10-287645

(31) 優先権主張番号 特願平11-88717

(32) 優先日 平成10年10月9日(1998. 10. 9)

(32) 優先日 平成11年3月30日(1999. 3. 30)

(33) 優先権主張国 日本(JP)

(33) 優先権主張国 日本(JP)

(31) 優先権主張番号 特願平11-17855

(72) 発明者 青木 正樹

(32) 優先日 平成11年1月27日(1999. 1. 27)

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

(33) 優先権主張国 日本(JP)

産業株式会社内

(72)発明者 宮下 加奈子  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

(72)発明者 住田 圭介  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

(72)発明者 桐原 信幸  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

F ターム (参考) 2H086 BA52 BA55 BA61  
 4D075 AC06 AC08 AC93 CA47 DA06  
 DA32 DB13 DC24 EA05 EA33  
 EC02 EC11 EC52 EC53

4H001 CA01 CA06 CC02 CC03 CC05  
 XA05 XA08 XA12 XA13 XA14  
 XA30 XA39 XA56 XA64 YA25  
 YA63

4J039 AB02 AE07 BA03 BA04 BA06  
 BA13 BC07 BC12 BC20 BC27  
 BC33 BE01 BE12 BE22 BE23  
 CA06 DA03 EA28 EA41 EA44  
 EA46 GA10 GA24

5C028 FF06 FF16

5C040 FA01 GG09 JA12 JA13 MA02  
 MA03 MA23 MA24